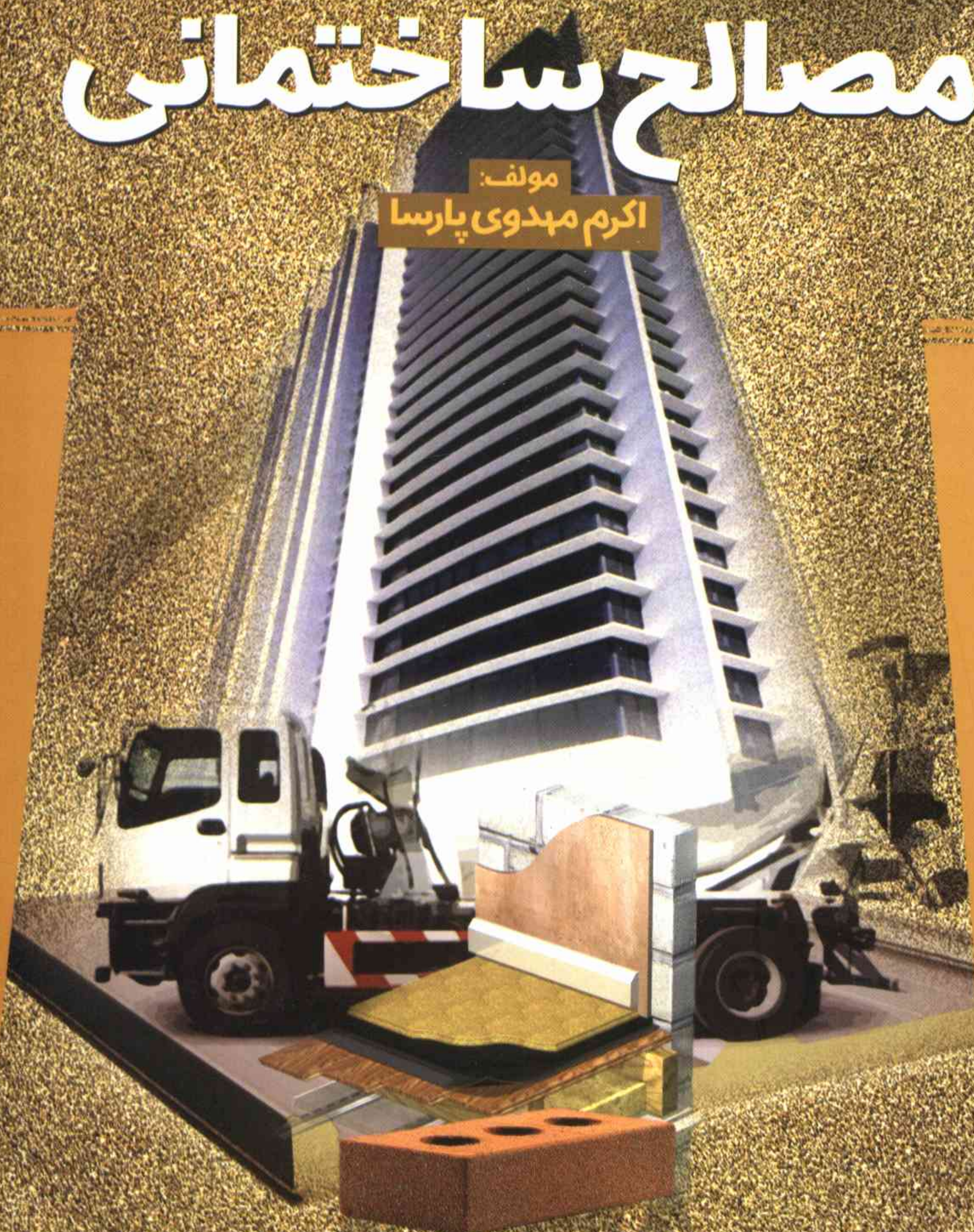
کتاب جامع

مصالح ساختمانی

مولف:
اکرم مهدوی پارسا



«به نام خدا»

کتاب جامع مصالح ساختمانی

قابل استفادهٔ داوطلبین کنکور کارشناسی‌ارشد مدیریت پروژه و ساخت، معماری، عمران و کنکور کاردانی به کارشناسی معماری و عمران و آزمون‌های نظام مهندسی

مهندس اکرم مهدوی پارسا

انتشـارات علمی کالج
سنندج خ پاسداران مجتمع
تجاری کردستان طبقه همکف واحد ۱۶۱و۲
تلفن: ۳۲۳۷۲۳۷-۳۲۹۱۰۸۶ فاکس: ۳۵۷۹۶

سرشناسه : مهدوی پارسا، اکرم، ۱۳٦۲ -
عنوان و نام پدید آور : کتاب جامع مصالح ساختمانی: قابل استفاده داوطلبین کنکور کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، معماری ... / تالیف اکرم مهدوی پارسا.
مشخصات نشر : تهران: : سامان ؛ علم و دانش، ۱۳۸۸.
شابک : ۹۷۸-٦۰۰-۵۵۲۰-۲٦-۲: ۹۷۸-٦۰۰-۹۰۰۷۸-۵-۱
وضعیت فهرستنویسی : ۳۱۲ص. : مصور ، جدول
یاداشت : فیپا کتابنامه ص ۳۱۲
موضوع : مصالح ساختمانی -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع : مصالح ساختمانی -- راهنمای آموزشی (عالی) :آزمون دوره‌های تحصیلات تکمیلی -- ایران
موضوع : Building materials -- Examinations, questions, etc. (Higher)
رده بندی کنگره : ۱۳۸۸ م۹ک ۲ ۱ TA ٤۰٤/۳
رده بندی دیویی : ۱۹٦/۰۷٦
شماره کتابشناسی ملی : ۱٦۹۷٤٤۰



نام کتاب ❊ کتاب جامع مصالح ساختمانی
تالیف ❊ اکرم مهدوی پارسا
ناشر ❊ علم ودانش- سامان
نوبت چاپ ❊ اول- ۱۳۸۸
طراحی وصفحه آرایی ❊ مهران قاجار
ناظرفنی ❊ محمدتیموری
لیتوگرافی /چاپ /صحافی ❊ باختر/فرشیوه/ زنوز
شمارگان ❊ ۱۰۰۰ جلد
قیمت ❊ ٦۰۰۰تومان

نشانی:تهران - میدان انقلاب ـ خیابان کارگر جنوبی ـ ابتدای خیابان روانمهر- پلاک ۱٤۵ـ طبقه دوم
تلفن: ٦٦٤١٥٤٦٠-٦٦٤١٥٤٥٩-٦٦٩٥٠٤٤١ تلفکس: ٦٦٤٦٢٧٤٢
سایت: www.elmo-danesh.ir ایمیل: teymori_۱۳۵۵@yahoo.com

فهرست

مقدمه

صنعت ساخت و ساز، عرصهٔ شکل‌گیری فرایندهای پویایی است که پیوسته بر پیچیدگی آنها افزوده می شود. اهمیت مدیریت علمی پروژه‌های ساخت و ساز ، استفادهٔ توأمان از دانش تخصصی و فنی را ضروری ساخته است، در پاسخ به چنین ضرورتی، رشته ای با عنوان "مدیریت پروژه و ساخت"، در ایران نیز راه اندازی شده و در چند سال اخیر در مقطع کارشناسی ارشد به پذیرش دانشجو پرداخته است.

جنبهٔ بین رشته‌ای "مدیریت پروژه و ساخت"، تعدد منابع، افزایش پی‌درپی فهرست منابع و عدم ثبات در گزینش منابع اصلی، دشواری های فراوانی را پیش روی داوطلبان ورود به دورهٔ کارشناسی ارشد رشته "مدیریت پروژه و ساخت" قرار داده است. به‌عنوان نمونه، مباحث مطرح در حوزهٔ "مصالح ساختمانی"، ابهامات فراوانی دارند؛ از جمله ابهامات مزبور می‌توان به تناقض محتوایی و مفهومی منابع، عدم اشاره به دسته‌بندی‌های جامع در معرفی مصالح ساختمانی و تعدد فرمول‌ها و ارقام ارایه شده در متون مرجع اشاره کرد، که در کنار سایر علل، باعث سردرگمی افزون‌تر داوطلبان شده است.

آنچه در کتاب حاضر عرضه می شود، مجموعهٔ نسبتاً کاملی از انواع مصالح ساختمانی مشتمل بر خلاصه‌ای از مباحث کتابهای مرجع در این زمینه است که نشانهٔ مرجعیت چنین آثاری، طرح مکرر سوال از آنها در آزمون کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، آزمون نظام مهندسی و سایر آزمون‌های مشابه است.

شایان ذکر است که مؤلف در طرح مباحث، از تمام منابع اصلی، بیشترین بهره‌برداری برده است. برای جدا ساختن مطالب مربوط به هر کتاب در هر مبحث، از علامت ستاره (*) استفاده شده و در انتهای مبحث موردنظر نکاتی طرح شده، که مؤلف، نه در منابع اصلی، بلکه در تست‌های گوناگون با آنها مواجه شده است.

در پایان مؤلف بر خود فرض می داند مراتب سپاسگزاری خود از مدیریت و کارکنان تلاش‌گر انتشارات "علم و دانش" ابراز کرده، برای تمامی خوانندگان این کتاب، توفیقات روزافزون علمی و تحصیلی آرزو نماید.

اکرم مهدوی پارسا

مهرماه ۱۳۸۸

mmahdaviparsa@gmail.com

گچ

گچ از پختن و آسیاب کردن سنگ گچ بدست می‌آید. سنگ گچ با فرمول $CaSO_4 , 2H_2O$ از گروه مصالح کلسیم دار بوده و از لحاظ فراوانی در طبیعت در ردهٔ پنجم است. سنگ گچ از سنگ‌های ته نشستی است که به صورت خالص یافت نمی‌شود، بلکه در ترکیب با کربن یا اکسیدهای آهن در طبیعت وجود دارد.

نام‌های دیگرِ سنگ گچ، ژیپس یا گچ خام بوده که سولفات کلسیم با ۲ مولکول آب است. سولفات کلسیم بدون آب را ایندریت گویند و فرمول آن $CaSO_4$ است. درجه سختی سنگ گچ ۲ بوده، ملاتش یخ نمی زند و آنرا تا 10- درجه می‌توان مصرف کرد.

سولفات کلسیم آبدار به صورت‌های زیر یافت می‌شود:

۱. سنگ گچ مرمری یا آلاباستر که مصرف گچ پزی ندارد و جزو سنگ‌های زینتی است.

۲. سنگ گچ مطبق که لایه لایه است و مصرف گچ پزی ندارد.

۳. سنگ گچ خوشه‌ای که مانند تار ابریشم بوده و مصرف گچ پزی ندارد.

٤. سنگ گچ معمولی که فراوان و غیربلوری است و مصرف گچ پزی دارد.

سنگ گچ خالص بیرنگ است. در ترکیب با کربن، خاکستری شده و با اکسیدهای آهن به صورت بیرنگ، زرد روشن، کبود تا سرخ یافت می‌شود. گچ در ساختمان، صنایع مجسمه سازی، ریخته گری برای قالب سازی، کارهای طبی و صنایع سیمان پزی و دارونی مصرف دارد.

گچ با گرفتن ۱/۵ مولکول آب سخت می‌شود که مولکول آب آن مجدداً به صورت ۲ مولکول درآمده و به سنگ گچ تبدیل می‌شود. گچ سخت شده در مقابل آب ضعیف است. بنابراین توصیه می‌شود در مناطق مرطوب برای سفید کاری از سیمان سفید یا آهک استفاده شود.

خواص گچ

۱. زودگیر بودن، که در ۱۰ دقیقه سخت می‌شود.

۲. ازدیاد حجم،که به مقدار یک درصد به حجمش اضافه شده و پس ازخشک شدن تقلیل حجم ندارد.

۳. اکوستیک بوده و حدود ۷۵-٦۰ درصد ارتعاشات را جذب می‌کند.

٤. دربرابرآتش مقاوم است، یعنی با ۲مولکول آب،دو تا سه ساعت ازسرایت‌آتش‌جلوگیری می‌کند.

٥. پلاستیک و رنگ پذیر است.

به سنگ گچ حرارت داده تا ۱/٥ مولکول آن کم شود و در دمای ۱۷۰ درجه به گچ ساختمانی با فرمول $CaSO_4$ ،۰/٥ H_2O تبدیل می‌شود.

در دمای ۳۰۰ درجه ۱/۷ مولکول آب کم شده و به گچ تشنه با فرمول $CaSO_4$ ،۰/۳ H_2O تبدیل می‌شود و در مجاورت هوا ۰/۲ مولکول آب از هوا گرفته و به گچ ساختمانی تبدیل می‌گردد. سنگ گچ در دمای ۷۰۰ درجه به ایندریت $CaSO_4$ یا گچ سوخته تبدیل می‌شود که میل ترکیب با آب را ندارد. با افزودن زاج یا سولفات روی $ZnSO_4$ به گچ سوخته می‌توان میل ترکیبی با آب در آن ایجاد نمود. در حرارت ۱٤۰۰- ۷۰۰ درجه گچ سوخته به CaO (آهک) و گاز SO_3 تجزیه می‌شود که این گاز نیز به O، SO_2 قابل تجزیه است.

اگر CaO در گچ باشد، گچ را کندگیر می‌کند و در مجاورت آب، هیدرات کلسیم $Ca(OH)_2$ ایجاد می‌شود که اصطلاحاً به هیدرات کلسیم ایجاد شده، آلوئک گویند و باعث آبله رو شدن سطح رویه گچ می‌شود که بسیار نامناسب است.

انواع کوره گچ پزی

۱. کوره چاهی: که مانند تنوره بوده و در آن حرارت قابل کنترل نیست و همه نوع گچ به دست می‌آید. کار این نوع کوره به صورت پیوسته و سوخت مورد نیازِ آن زغال سنگ یا چوب است.

۲. کوره تاوه ای: محصول این کوره یکنواخت است و دستگاه همزن دارد. از حرارت ۱۲۰-۱۰۰ درجه مرحلهٔ آخر برای گرم کردن مواد اولیه استفاده می‌شود. کار این نوع کوره پیوسته نبوده و سوخت مورد نیاز در این نوع کوره، گازوئیل و یا زغال سنگ است.

۳. کورهٔ گردندهٔ خفته: رایج ترین نوع کوره گچ پزی با یک استوانهٔ خفته با شیب ٤ درجه است. حرارت ۱۰۰ درجه مرحلهٔ آخر برای گرم کردن مواد اولیه استفاده می‌شود که باعث تبخیر آب فیزیکی مواد اولیه می‌شود. کار این نوع کوره پیوسته است.

تعاملات آب و گچ

می توان گچ را در مقابل آب مقاوم کرد. بدین صورت که ایندریت را پودر نموده با زاج[۱] خمیر کرده و حرارت حدود ۵۰۰ درجه به آن می‌دهیم. مادهٔ بدست آمده را مجدداً آسیاب می‌کنیم که این نوع گچ در مقابل رطوبت قوی بوده و می‌توان از آن در مناطق مرطوب استفاده کرد. تفاوتی بین ملات گچ با ملات‌های دیگر وجود دارد. در همه ملات ها آب را به پر کننده می‌افزایند در حالیکه در ملات گچ، گچ را به آب می‌افزایند.

مقدار آبی که ۱ کیلوگرم پودر گچ احتیاج دارد تا به ملات گچ تبدیل شود، ۰/۲ لیتر است، یعنی ۲۰ درصد وزن گچ، ولی عملاً برای شکل پذیری بیشتر و راحتی کار ۸۰- ۷۰ درصد آب اضافه می‌کنند که آب بعد از خشک شدن در داخل گچ جای خالی ایجاد می‌کند (دلیلی برای عایق بودن). گچ نباید زودتر از ۸ دقیقه شروع به سخت شدن کند و شروع به گرفتن آن دیرتر از ۲۵ دقیقه نباشد. پایان سخت شدن نباید زودتر از ۲۰ دقیقه و دیرتر از ۱ ساعت باشد.

شروع سخت شدن زمانیست که اگر با میخ روی ملات خط بیندازیم، جای خط پر نشود و پایان سخت شدن هنگامی است که اگر ضربهٔ ۰/۵ $\frac{kg}{cm^2}$ وارد کنیم، آب ظاهر نشود. شروع زمان

---

1 . زاج سولفات های مضاعف هستند با فرمول M_2SO_4 , $R_2(SO_4)_3$ و $24H_2O$ که M نمایندهٔ فلز قلیایی مانند پتاسیم یا آمونیوم است. R نماینده فلز سه ظرفیتی مانند آلومینوم، آهن یا کرم است. اصطلاحاً به زاج، زاج سفید می‌گویند.

گرفتن زمانی است که گچ در آب پاشیده می‌شود. لازم به ذکر است سخت شدن با خشک شدن متفاوت است. وقتی گچ خشک شد، سفیدرنگ می‌شود. بهتر است در دمای کمتر از ۵ یا ٦ درجه بالای صفر گچ مصرف نکنیم و نیز بالای ٦۵ درجه مصرف گچ توصیه نمی‌شود. زیرا گچ مجدداً آب متبلور خود را از دست داده و کم تاب می‌شود.

مواد افزودنی به گچ

مواد افزودنی گچ تأثیر کندگیری یا تندگیری در گچ دارند.

۰/۵ درصد وزن گچ، نمک طعام، گچ را به مدت ۵ دقیقه تندگیر می‌کند.

۲ درصد وزن گچ، نمک طعام، گچ را به مدت ۳ دقیقه تندگیر می‌کند.

٤-۱ درصد وزن گچ، نمک طعام، گچ را به مدت ۳/۵ دقیقه تندگیر می‌کند.

بیش از ٤ درصد وزن گچ، نمک طعام، گچ را تا ۱۲/۵ دقیقه کندگیر می‌کند.

سریش گچ را کندگیر می‌کند، به طوریکه ٦-۱ درصد سریش زمان گیرش گچ را از ۱۲/۵ دقیقه به ۳۸ دقیقه می‌رساند. سریش نوعی چسب گیاهی است که در صنعت صحافی استفاده می‌شود.

گچ براکس $Na_2B_4O_7,\ H_2O$ گچ را کندگیر می‌کند. به طوریکه ۱-۰/۵ درصد گچ براکس، زمان گیرش گچ را از ۱۵ دقیقه به ۱/۵ ساعت می‌رساند.

آهک، گچ را کندگیر می‌کند. به طوریکه ۱۰ درصد آهک، گیرش را به ۱۲ دقیقه می‌رساند. هرچه آهک پرمایه‌تر و ریزدانه‌تر باشد، گچ را کندگیرتر می‌کند.

گچ سریشم، گچ را کندگیر می‌کند. به طوریکه ۰/۵-۰/۱ درصد گچ سریشم، گیرش را از ۱۰ دقیقه به ۲ ساعت می‌رساند.

خاکرس، گچ را کندگیر می‌کند. به طوریکه ۵۰-۱۰ درصد خاکرس، گیرش را تا حداکثر ۱۲ دقیقه به تعویق می‌اندازد.

آبگرم تأثیر چندانی ندارد.

زاج سفید گچ را کندگیر می‌کند. به طوریکه ۱ درصد زاج سفید، گیرش را به ۱۵/۵ دقیقه می‌رساند و نیز ۵ درصد زاج سفید، گچ را تا ۷ دقیقه تندگیر می‌کند.

گچ کشته

گچ کشته نوعی گچ است که هیچ وقت تا قبل از خشک شدن سخت نمی‌شود و حالت پلاستیسیته‌ی خود را از دست نمی‌دهد. این نوع گچ با ضخامت حداکثر ۱ میلی متر به عنوان رویه در سفیدکاری دیوار استفاده می‌شود. اگر ضخامت گچ کشته بالا باشد، پوسته می‌شود. گچ کشته ریزدانه به روش معمولی ساخته می‌شود که بلافاصله پس از ریختن گچ در آب، حدود ۱۲–۱۰ دقیقه آنرا مالش می‌دهند.

خواص دیگر گچ

قطر بزرگترین دانه گچ کارهای ساختمانی نباید از ۰/٦ میلیمتر بزرگتر باشد و ۹۰ درصد دانه‌های آن باید از ۰/۱۵ میلیمتر ریزتر بوده و ۹۹/۵ درصد آن ریزتر از ۰/۲ میلیمتر باشد. وزن مخصوص گچ ۰/۸۵ تا ۱/٤ تن بر متر مکعب است. در آئین نامه ۲/۸ ذکر شده است. وزن مخصوص گچ کیسه‌ای ۱/۲ تن بر متر مکعب است.

ملات گچ و خاک به نسبت ۱ به ۱ است، یعنی ۵۰ درصد خاک و ۵۰ درصد گچ. با توجه به تندگیر یا کندگیرتر شدن نسبت به حالت ۱:۱ می‌توان مقادیر ۱ به ۱ را به نسبتهای دیگر تغییر داد. این ملات محاسنی دارد از جمله ارزانی خاک، کندگیرتر بودن از ملات گچ که بنّا فرصت دارد به طرز مناسبی آنرا روی سطح بگستراند و پلاستیک‌تر از ملات گچ است. از ملات گچ و خاک برای آستر و طاق ضربی استفاده می‌شود.

دوغاب گچ نیز در ساختمان مصرف دارد. برای نمونه برای پر کردن درزهای طاق ضربی از دوغاب گچ استفاده می‌شود. دوغاب گچ را قبل از ازدیاد حجم گچ مصرف می‌کنند، ولی ملات گچ را تقریباً بعد از ازدیاد حجم گچ مصرف می‌کنند.

گاهی اوقات نمای گچی دچار ترک می‌شود که علل عمدهٔ آن عبارت است از:

۱. آب آن زیاد باشد.

۲. کلفتی ملات از ۸–۷ سانتیمتر بیشتر شود.

۳. آب گچ در هوای سرد یخ بزنند.

٤. به دلیل نشست ساختمان که ترکهایی با زاویهٔ ٤۵ درجه ایجاد می‌کند.

از دیگر محصولات گچی، گچ پوک است که عایق حرارت و صوت بوده و برای تیغه‌های سبک مصرف می‌شود. گچ پوک با اضافه کردن آب اکسیژنه یا سولفات آلمینیوم به آبِ ملاتِ گچ، بدست می‌آید و این ماده باعث ایجاد حباب و سبکی در گچ می‌شود.

از پودر کاه، سبوس و کنف برنج نیز در ساخت قطعات سبک گچی استفاده می‌کنند. مو، الیاف گیاهی و مفتول فلزی باریک قطعهٔ گچی را مسلّح می‌کند که نسبت به قطعهٔ گچی معمولی و پوک، مقاومت کششی و فشاری بیشتری دارد.

گچ در مجاورت آهن، روی و سرب تولید سولفات این فلزات را نموده و موجب ضعیف شدن قطعه می‌شود. روی برخی قطعات فلزی از رنگ روغن به عنوان ضد زنگ استفاده می‌کنند.

گچ اگر بتواند وزن خود را تحمل کند، کفایت می‌کند. مقاومت فشاری گچ سخت شده بیش از $\frac{kg}{cm^2}$ ۳۰ و مقاومت کششی آن بیش از $\frac{kg}{cm^2}$ ۵ است.

انبار کردن گچ باید به صورتی باشد که حدود ۲۰ سانتیمتر از دیوار مجاور و ۱۰ سانتیمتر از کف زمین فاصله داشته باشد و حداکثر ۱۰ پاکت روی هم انبار شود. اگر گچ را فله‌ای انبار کنند می‌بایست بلافاصله مصرف شود.

***

سنگ گچ در حرارت حدود ۲۰۰ درجه می‌پزند که اگر حرارت بیش از این مقدار باشد، باعث دیر گیرشدن ملات می‌شود.

زمان سخت شدن ملات گچ خالص حدود ۱۰ دقیقه است. گچ در هنگام سخت شدن حرارت ۲۰ درجه بیش از حرارت محیط تولید می‌کند. برای فعال کردن گچ پخته شده در حرارت بالای ۳۰۰ درجه از مواد محرکی مانند آهک شکفته، سرباره آسیاب شده کوره ذوب آهن، سولفات سدیم یا سولفات پتاسیم استفاده می‌شود.

برای مقاوم کردن گچ در برابر آب، گچ را با زاج سفید به فرمول $AL, K, (SO_4)_2$ خمیر کرده و دوباره می‌پزند. به محصول بدست آمده که در مقابل آب مقاوم است، گچ مرمری گویند.

گچ مخصوص سطوح بتنی نیز وجود دارد. نوعی گچ با نام گچ درزگیری برای پرکردن درزها وجود دارد که در ایران به آن گچ گیتپون گویند.

دانه‌های گچ ساختمانیِ خوب باید از ۰/۲ میلیمتر ریزتر بوده و نرم باشد. ملات‌های گچی از نوع ملات‌های هوایی هستند و پس از متبلور شدن سخت می‌شوند. مقدار آب لازم ملات گچ ۸۰ درصد است و از نظر تئوری با ۱۷/٦ درصد آب هیدراته می‌شود. زمان گیرش گچ رویه یا کشته ۱۰–٤ دقیقه بوده و گیرش گچ زیرکاری یا آستر در ۲۵–۸ دقیقه شروع شده و اتمام آن تا ٦۰–۲۵ دقیقه طول می‌کشد. گچ کشته چون به صورت فیزیکی خشک می‌شود ازیاد حجم نمی یابد، بلکه کمی تقلیل حجم دارد و اگر ضخامتش بالا باشد ترک می‌خورد. مهمترین مزیت گچ چسبندگی آن است.

ضریب هدایت حرارتی گچ کم است و در دمای بالای ۵۰ درجه تاب مکانیکی خود را کم کم از دست می‌دهد.

ملات گچ در مقابل سرما و یخبندان مقاوم است. از سرایت روکش گچ به روکش زیری خود مثلاً سیمان یا آهک باید جلوگیری نمود، زیرا باعث ایجاد ترک می‌شود.

نمونه ملات گچ که در ٤۵ –۲۵ درجه خشک شده باشد، پس از مدت ۲۸ روز دارای تاب خمشی ۲۵ $\frac{kg}{cm^2}$ و تاب فشاری ٦۰ $\frac{kg}{cm^2}$ است.

در کارهای عمومی که رطوبت نسبی هوا کمتر از ٦۰ درصد است از گچ ساختمانی با فرمول $CaSO_4 , 0/5H_2O$ یا گچ زیرکاری استفاده می‌کنیم. برای اندود داخلی و نماسازی که رطوبت نسبی هوا بیش از ٦۰ درصد است از گچ مرمری یا ملات گچ آهک استفاده می‌کنیم.

گچ در ترکیب با زغال، خاکستری رنگ می‌شود. هیدروکسیدآهن آنرا زردِ روشن می‌کند. اکسیدآهن (FeO) به آن رنگِ کبود می‌دهد و اکسیدآهن Fe_2O_3 آنرا قرمز می‌کند. درجه سختی سنگ گچ ۲ است و تا ۱۰۷ درجه آب شیمیایی دارد. پختن گچ در دمای بالای ۱۰۷ درجه

صورت گرفته و در دمای ۱۸۰-۱٦۰ درجه به گچ ساختمانی تبدیل می‌شود. در ۲۰۰ درجه به گچ اندود $CaSO_4 , 0/3H_2O$ تبدیل شده که میل شدید ترکیب با آب دارد.

گچ در حرارت ۳۰۰ تا ۳۲۰ درجه می‌سوزد و دیگر با آب ترکیب نمی‌شود. در یک لیتر آب می‌توان ۸۸-٦۷ گرم گچ حل کرد.

وزن مخصوص گچ ساختمانی ۲/۸ $\frac{ton}{m^3}$ و وزن کیسه‌ای نلرزیده آن ۰/۸۵-۰/٦ $\frac{ton}{m^3}$ و وزن کیسه‌ای لرزیده ۱/٤-۱ $\frac{ton}{m^3}$ است. افت سرخ شدن گچ ساختمانی ۷-٤ درصد وزن آن است.

سیمان کین مخلوطی است از آهک شکفته، گچ، ماسه و آب که برای اندود کاری جاهای نمناک استفاده می‌شود و به صورت آبی می‌گیرد.

تفاوت گچ مدل و گچ ساختمانی در نوع و دمای پخت است. گچ مدل زودگیرتر از گچ ساختمانی، اندود و صنعتی است و دانه هایی ریزتری دارد. درجهٔ سختی گچ کشته کمتر از ۱ است.

حجمِ سنگ گچِ پخته شده به علت بیرون رفتن مقداری آب تبلور ۱٤-۱۰ درصد کاهش می‌یابد. سنگ گچ ثانویه که محصول خشک شدن گچ است، مقاومت سنگ گچ اولیه و طبیعی را ندارد. کاهش وزن گچ بر اثر گرما هرگز نباید بیش از ۹ درصد و کمتر از ٤ درصد باشد. گچ باید پس از ۷ روز دارای حداقل مقاومت کششی ۱۵ $\frac{kg}{cm^2}$ باشد. شروع گیرش گچ نباید زودتر از ٤ دقیقه باشد و پایان گیرش نباید زودتر از ٦ دقیقه و دیرتر از ۳۰ دقیقه باشد. افزایش درجه حرارت گچ در موقعی که می‌گیرد ۲۰-۱۸ درجه است.

ویژگی گچ ساختمانی مطابق با استاندارد ۲٦۹ ایران است. نامهای معدنی گچ، آلاباستر و بازانیت است. ملات گچ در ترکیب شیمیایی با آب می‌گیرد. هرچه گرمای پختن سنگ گچ کمتر باشد، ملات گچ زودگیر می‌شود، زیرا برای دوباره سنگِ گچ شدن آب کمتری نیاز دارد.

جنس گچ بستگی به دمای پختن آن دارد. از ۱۰۷ درجه آب شیمیایی گچ می‌پرد. در ۱۸۰ درجه به گچ ساختمانی $CaSO_4 , 0/5H_2O$ تبدیل شده که به تندی با آب ترکیب می‌شود و

تاب سخت شدهٔ آن از تاب سنگ گچ طبیعی کمتر است. در ۲۰۰ درجه به گچ اندود H_2O ۰/۳ , $CaSO_4$ تبدیل شده که سریع با آب ترکیب می‌شود و در ۳۰۰ درجه به گچ خشک تبدیل می‌شود. اگر گچ خشک را به صورت گرد درآوریم، به اندازه‌ای سریع با آب ترکیب می‌شود که حتی بخار آب هوا را گرفته و به $CaSO_4$, $0/5H_2O$ تبدیل می‌شود.

گچ در گرمای ۳۲۰-۳۰۰ درجه می‌سوزد و دیگر با آب ترکیب نمی‌شود. برای بازگردان میل ترکیبی به آن، آهک شکفته یا گرد سیمان پرتلند می‌افزائیم. در گرمای ۸۰۰ درجه به بالا سنگ گچ تجزیه می‌شود. در ۱۲۳۰ درجه تجزیه سریعتر شده و در ۱٤۰۰ درجه و فشار ۱ اتمسفر با گرفتن ۱۱,٦۸ کالری بر گرم گرما، تمام سولفات کلسیم به O , CaO , SO_2 تبدیل می‌شود. اگر CaO ریزدانه در گچ باشد، باعث کندگیر شدن آن می‌شود. اگر CaO درشت دانه در گچ باشد، پس از ساخت ملات گچ، آب ملات را مکیده، می‌شکفد که به آن آلوئک می‌گویند. گچ ساختمانی باید از سنگی بدست آید که ۸۰ درصد وزنش $CaSO_4$, $2H_2O$ باشد. گچ ساختمانی را برای طاق ضربی، تیغه آجری، آسترسفیدکاری مصرف می‌کنند. ملات کندگیر گچ ساختمانی برای گچ بری استفاده شده و دوغاب کندگیر گچ برای اندود سفید و رنگی استفاده می‌شود. از گچ مرمری (keen) یا کین برای محل‌های نمناک، بیمارستان و ساخت مرمر مصنوعی استفاده می‌شود.

سنگ گچ در گرمای بیش از ۳۰۰ درجه تبدیل به گچین (انیدریت) شده که آنرا آسیاب می‌کنیم و با محلول زاج خمیر کرده، در حرارت ۵۰۰ درجه مجدداً پخته و آسیاب می‌کنیم. ملاتش سخت‌تر و تابش بیش از ملات گچ معمولی است. این نوع گچ دارای تاب ۲/۵ $\frac{N}{mm^2}$ است. ملات گچ به شکل سوزنی بلوری می‌شود.

در ساخت ملات گچ خالص به ۸۰- ٦۵ درصد وزن گچ، آب نیاز است. یعنی ۱ کیلو گرم گرد گچ، ۰/٦۵ تا ۰/۸ لیتر، آب نیاز دارد. تندگیری ملات گچ به ریزی دانه‌های آن و اندازه آب ملات بستگی دارد. مقدار آب مورد نیاز برای ملات گچ بستگی به جنس گچ وریزی دانه‌های آن دارد.

در یک لیتر آب خالص ۸۸-٦٧ گرم گرد گچ حل می‌شود. آستر را با ملات گچ زنده و رویه را با ملات گچ کشته می‌سازند. ۹۹/۵ درصد گرد گچ ساختمانی باید ریزتر از ۱/۲ میلیمتر و بیش از ۸۸ درصدِ آن ریزتر از ۰/۲ میلیمتر باشد. همچنین بیش از ۹٦ درصد گچ رویه باید ریزتر از ۱/۲ میلیمتر و بیش از ٦۵ درصدِ آن ریزتر از ۰/۲ میلیمتر باشد. گرمای آب ملات تأثیر چندانی در زمان گرفتن ندارد.

برای جلوگیری از طبله کردن آستر گچی روی کاهگل می‌توان از رنگ روغن استفاده کرد یا ملات گچ را با امولسیون قیر کم مایه ساخت.

تاب ملات گچ به وزن کیسه‌ای گچ، نمناکی ملات گچ و گرمایی که گچ در آن می‌گیرد، بستگی دارد. تاب ملات گچ در ابتدا به سرعت زیاد شده و سپس به کندی افزایش می‌یابد. اگر ملات در گرمای بیش از ۵۰ درجه بماند تابش کاهش می‌یابد.

ضریب بر جهندگی ملات گچ ساختمانی به وزن کیسه‌ای گچ و میزان تاب گچ بستگی دارد و برابر است با ۳۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ $\frac{N}{mm^۲}$.

گچین

گچین یا اندریت anhydrite ، سنگ گچ بی آب ($CaSO_4$) بوده و سختی آن ۳ است. وزن ویژه گچین ۲/۹ $\frac{ton}{m^۳}$ است. گچین در نزدیکی کانی‌های نمک و سنگ گچ یافت می‌شود. گچین خالص اگر نم بکشد به کندی تبدیل به $CaSO_4\ ,\ 2H_2O$ می‌شود و تا ٦۲ درصد حجمش باد می‌کند. گرد گچین در گرمای ٤۰ درجه خشک می‌شود. باید حداقل ۸۵ درصد وزن گچین $CaSO_4$، حداکثر ۳ درصد وزنش آب و ۱۲ درصد مواد دیگر باشد. Ph گچین ٦ است. ملات گچین هوایی می‌گیرد و نباید در جای نمناک و یا در زیر آب از آن استفاده کرد. وزن کیسه‌ای نلرزیده گچین ۱/۲-۱ و وزن کیسه‌ای لرزیده آن ۱/٤-۱/۳ $\frac{ton}{m^۳}$ است. ملات گچین و ماسهٔ ۱ به ۳ تا ۱ به ٤ (نسبت پیمانه ای) را برای بنّائی، ساختن آجر گچین و ماسه مصرف می‌کنند. نمای بیرونی بنا را در دو لایه با ملات گچین و ماسه اندود می‌کنند که در آستر نسبت این دو ماده ۱ به

۱/۲۵ تا ۱ به ۱/۵ و در رویه ۱ به ۱ تا ۱ به ۲ است. برای رومالی نمای درونی، نسبت آستر ۱ به ۲ تا ۱ به ۳ و در رویه ۱ به ۱/۲۵ تا ۱ به ۱/۵ است.

برای پرداخت نمای رومالی شده مصرف گچین خالص توصیه می‌شود. می‌توان ملات گچ و خاک را تا ۰/۵ ساعت مصرف کرد.

***

سنگ گچ را با حرارت دادن کلسینه می‌کنند. ۷۵ درصد آب ترکیبی آن از دست رفته و به یک نیمه هیدرات به نام گچ شکسته بندی تبدیل می‌شود. سنگ گچ در اسید هیدروکلریک HCl و نیز ۵۰۰ قسمت آب حل می‌شود. سنگ گچ را در سنگ شکن فکی به ابعاد ۷۰-۵۰ میلیمتر در می‌آورند و سپس آن را در سنگ شکن چکشی یا کوبیت به ابعاد ۱۳ میلی متر در می‌آورند، آسیاب کرده و به این پودر (Landplaster) حرارت ۱٦۵ درجه می‌دهند.

انواع گچ

۱. گچ شکسته بندی: گیرش این نوع گچ بین ۲۰-۱۵ دقیقه است. برای لکه گیری دیوار گچی و قالب سازی مناسب بوده و با اضافه کردن آهک و آب به آن، به اندودی زودگیر تبدیل می‌شود. همچنین از گچ شکسته بندی برای جلوگیری از ترک، در سفیدکاری استفاده می‌شود.

۲. سیمان کین: اگر سنگ آهک را در کوره (نه در دیگ) تا ٤۰۰ درجه حرارت دهیم تا کاملاً هیدراته شود و سپس آن را آسیاب کرده و یک کاتالیزوز مثبت مثل زاج سفید به آن بیفزائیم، تبدیل به سیمان کین می‌شود. سیمان کین کندگیر بوده و در مقابل رطوب مقاوم است.

۳. گچ قالب ریزی: گچی مرغوب و از گچ شکسته بندی ریزتر است. کندگیر بوده و در کارهای تزئینی استفاده می‌شود.

٤. گچ زیرسازی: این نوع گچ حاوی مو یا الیاف بوده و برای ساخت سقف و دیوار گچی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آن برای ساخت آجر یا کاشی سفالی با نسبت ۳ قسمت ماسه و ۱ قسمت آب، زیرسازی گچی با نسبت ۲ قسمت ماسه و ۱ قسمت آب و کاشی گچی با نسبت ۳ قسمت ماسه و ۱ قسمت آب استفاده می‌شود.

۵. گچ مخصوص سفیدکاری سطوح سیمانی: این نوع گچ باید ۱۰ دقیقه قبل از استفاده ساخته شود. به صورت دو لایه استفاده می‌شود و در مجموع ضخامت دو لایه روی سقف ۹/۵ میلیمتر و روی دیوارها ٤۱ میلیمتراست. قبل از اجرای رویه، لایهٔ زیر را باید زبرکرد،تاچسبندگی ایجاد شود.

٦. گچ سفیدکاری (روکار یا پرداخت): گچ را با آب و خمیر آهک هیدراته مخلوط می‌کنیم. خمیر آهک هیدراته با سیر کردن آهک از آب بدست می‌آید که به آن آهک زنده کشته شده می‌گویند. مقدار مخلوط به صورت ۱ قسمت حجمی‌گچ سفیدکاری به علاوهٔ ۳ قسمت حجمی خمیر آهک یا ۱ قسمت حجمی‌گچ به علاوه ۲ قسمت حجمی آهک هیدراته خشک است.

۷. گچ سفیدکاری آماده: این گچ نیازی به آهک ندارد و فقط آب به آن می‌افزائیم. پس از خشک شدن می‌توان کارهای زینتی رویش انجام داد. این نوع گچ به سفیدی گچ سفیدکاری نیست.

۸. گچ رویهٔ زبر: روش تولید مشابه گچ سفیدکاری دارد و با نسبت ۲ قسمت حجمی‌گچ به علاوه ۱ قسمت آب به دست می‌آید.

۹. اسپری رویهٔ زبر: ماده خشکی است که قسمت عمدهٔ آن گچ است و برای رفع عیوب جزئی استفاده می‌شود. روی سطوح بتنی با استفاده از این نوع گچ می‌توان سطحی مناسب ایجاد نمود. بافتِ سطح را می‌توان با تغییر مقدار آب، اندازهٔ روزنه و فشار هوای پاشنده تغییر داد. هر چه آب کمتر و روزنه ها بزرگتر و فشار کمتر باشد، سطحی زبرتر بدست می‌آید.

۱۰. گچ عایق صوت: گچ را با ماده معدنی سبکی مخلوط می‌کنند که قابلیت جذب صوت بالایی دارد. این اندود را در دو لایهٔ ٦ میلی متری روی زیرسازی گچی معمولی اجرا می‌کنند.

۱۱. گچ درزگیر (پر کننده): ظاهری مشابه گچ رویهٔ زبر داشته و برای پرکردن سوراخ، بندکشی درز قطعات گچی و چسباندن دولایه گچی به هم استفاده می‌شود. برای بندکشی و استفاده به عنوان چسب قبل از مصرف باید ۳۰ دقیقه صبر کرد.

انواع قطعات گچی

الف. روکش‌های گچی: مقاومت زیادی در برابر آتش سوزی دارند و از مواد حباب زا برای کاهش وزن و از خمیر کاغذ برای تسلیح استفاده می‌شود.

ب. تیغه‌های گچی: تیغه‌های گچی ۲ ساعت در برابر آتش سوزی مقاومند.

ج. روکش گچی تزئینی: در ضخامت‌های ۱۳ و ۱٦ میلیمتر تولید شده و در یک طرف آن از ورقهٔ طرح دار از جنس وینیل استفاده می‌کنند.

د. قطعات گچی گرما تاب: در ضخامت ۱٦ میلی متر تولید می‌شود. در داخل آن سیم تعبیه شده تا در اثر عبور برق گرم شود. از این قطعات در سیستم گرمایشی و فقط در سقف استفاده می‌شود و باید زیرسازی عایق بندی شده ی مناسبی داشته باشد.

ه. قطعات گچی سفت کاری: از این قطعات برای سفت کاری پشت مصالح نماسازی استفاده می‌شود. نوع ضدآتش، ضدآب، عایق صدا نیز موجود است.

و. قطعات گچی زیرسازی: دو طرف قطعه گچی، کاغذ سنگین است. اگر قطعات زیرسازی را به قاب متصل کنیم، مقاومت در برابر صوت و ترک افزایش می‌یابد.

ز. قطعات گچی برای مصارف خارجی: در این قطعات به گچ، قیر تزریق کرده و در ردیف‌های افقی نصب می‌کنند.

نکاتی چند در مورد گچ و قطعات گچی

۱. اجزای گچی نمی توانند تنش تحمل کنند، که راه حل آن، استفاده از درز کنترل است.

۲. فاصله مرکز تا مرکز درز کنترل تیغه‌های طویل و سطوح پشت کار نباید از ۹ متر بیشتر باشد و درز کنترل سقف نباید از ۱۵ متر بیشتر شود.

۳. فاصله عمودی و افقی درز کنترل در زیرسازی گچی نباید از ۳ متر بیشتر باشد.

٤. هرچه جرم اجزای ساختمان بیشتر باشد، در برابر انتقال صوت مقاوم‌تر است. سوراخ ها باعث انتقال صوت می‌شوند. مواد جاذب، مانند پشم معدنی در دیوارهای دوجداره مناسبند.

۵. در کارهای گچی مناسب است دما بین ۲۱-۱۳ درجه نگه داشته شود.

پوشش گچی بام: بتن گچی در فواصل بین تیرهای فرعی روی قالب ریخته می‌شود. بتن گچی، مخلوطی از گچ و تراشه چوب یا خرده سنگ معدنی است.

آجر گچی: به صورت مخلوطی از گچ به علاوهٔ ۵ درصد تراشه چوب و گاهی پرلیت است. تراشه چوب، مقاومت را زیاد می‌کند و پرلیت، وزن را کاهش می‌دهد.

آهک

آهک از مهمترین مصالح کلسیم‌دار است و حتی در دیوار چین نیز از این ماده استفاده شده است. سنگ‌های ساختمانی هم چون تراورتن، مرمر و سنگ‌های مرجانی جزو سنگ‌های آهکی هستند.

آهک زنده میل ترکیبی شدیدی با فلزات دارد. در راه سازی برای افزایش تحمل فشاری و کشش، در قشرهای پایین برای تحکیم و جلوگیری از رویش گیاه استفاده می‌شود. در صنعت سیمان پزی نیز آهک استفاده دارد و هم چنین در صنایع چینی سازی، شیشه گری، ذوب آهن، تصفیه قند، ساخت آجر ماسه آهکی و...

سنگ آهک یا کربنات کلسیم $CaCO_3$ سنگی ته نشتی است که خالص آن به رنگ سفید بوده و کربن، آنرا به رنگ‌های آبی، سیاه یا خاکستری در می‌آورد. اگر سنگ آهک همراه با کربنات منیزیم باشد، به آن سنگ آهک دولومیتی $CaCO_3$، $MgCO_3$ گویند.

اگر معدن سنگ آهک دارای ۹۰ درصد کربنات کلسیم باشد، آنرا پرمایه و کمتر از ۷۵ درصد را معدن کم مایه گویند. لازم به ذکر است فقط سنگ آهک ته نشتی دریاها برای آهک پزی مناسب است. آهک پزی، خارج شدن گاز CO_2 از سنگ آهک است که تقریباً در دمای ۱۰۰۰ صورت می‌گیرد.

در سنگ آهک کم مایه، حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد کربنات کلسیم و ۱۵ تا ۲۰ درصد بقیه کربنات منیزیم و... است، در نتیجه به حرارت بیشتری در حدود ۱٤۰۰ درجه برای پختن نیاز دارد. در دمای ۲٦۰۰ درجه با فشار ۱ اتمسفر، آهک موجود در کوره ذوب و روان شده و می‌توان به عنوان یک دیرگداز از آن استفاده کرد. جدا شدن CO_2 از سنگ آهک (اساس آهک پزی) به فشار محیط بستگی دارد.

در فشار ۱ اتمسفر در دمای ۹۰۰ (۸۹٤/٥) درجه سنگ آهک می‌پزد. اگر فشار را به ۰/۱ اتمسفر برسانیم، دمای پخت سنگ آهک به ۷۵۵ درجه می‌رسد. در فشار ۰/۰۱ اتمسفر سنگ آهک در حرارت ٦٥۰ درجه می‌پزد و در فشار ٤۰ اتمسفر، دمای پخت ۱۲۰۰ درجه است. نتیجه می‌گیریم هرچه فشار کمتر باشد، سنگ آهک به حرارت کمتری برای پخت نیاز دارد. هر یک گرم $CaCO_3$ در فشار ۱ اتمسفر، ۳۹۱ کالری گرما نیاز دارد تا به CO_2 و CaO تبدیل شود.

کوره‌های آهک پزی

۱. کوره چاهی: قدیمی ترین نوع کوره آهک پزی بوده که گودالی است با عمق ۲ تا ۳ متر که با لایه‌های متناوب سنگ آهک و زغال پر می‌شود. پخت حدود ٤۸ ساعت طول می‌کشد. کار این نوع کوره به صورت پیوسته بوده و محصولی نامرغوب تولید می‌نماید. در این نوع کوره گرمای زیادی هدر می‌رود.

۲. کوره ایستاده: از این نوع کوره در کارخانه‌های مواد غذائی مانند قند و کارخانه تولید آجر ماسه آهکی استفاده می‌شود. کار این نوع کوره پیوسته بوده و ظرفیت تولید آن ۷۵ تا ۳۰۰ تن در روز است. سوخت آن مازوت، گازوئیل و گاز است و محصولی یکنواخت تولید می‌کند.

۳. کوره گردنده خفته: رایج ترین نوع کوره آهک پزی است که بسیار شبیه کوره سیمان‌پزی بوده و سوختی مشابه کوره ایستاده دارد و به صورت پیوسته کار می‌کند.

از هر ۱۰۰ کیلوگرم سنگ آهک خالص ٥٦ کیلوگرم آهک تولید می‌شود. وزن مخصوص سنگ آهک در حدود ۲/۷ $\frac{ton}{m^3}$ بوده و وزن مخصوص آهک زنده بین ۳/۱ تا ۳/۳ $\frac{ton}{m^3}$ و وزن مخصوص آهک شکفته ۲/۲ $\frac{ton}{m^3}$ است.

به علت اینکه سنگ آهک در اثر حرارت اندکی تقلیل حجم دارد، وزن مخصوص آهک و سنگ آهک متفاوت است. برای استفاده از آهک باید آن را با آب مخلوط نمود تا به هیدرات کلسیم یا آهک شکفته تبدیل شود. هر گرم آهک زنده در ترکیب با آب ۲۷۰ کالری (۱۱۳۱/۳

ژول) گرما آزاد می‌کند، که باعث پخته شدن سنگ آهک باقی مانده در مخلوط می‌شود. اگر آهک زنده در مجاورت آب مقداری نشکفته بماند آلوئک می‌زند.

روش‌های هیدراته کردن آهک

هیدراته کردن آهک یعنی آهک در مجاورت آب شکفته می‌شود و به چند روش انجام می‌شود:

۱. تنگ گذاشتن آهک: معمول ترین و متداول ترین روش است. بدین صورت که به آهک، آب می‌پاشند و حدود ۲٤ تا ٤٨ ساعت بعد آنرا مصرف می‌کنند. این روش غیر فنی ترین روش است، زیرا بعضی دانه ها هیدراته نشده و باعث ترکیدن و بد نما شدن می‌شوند.

۲. روش خشک: در زمینی به ابعاد تقریبی ۲ متر در ۲ متر، یک لایه کلوخهٔ آهک می‌ریزند سپس روی آن آب می‌پاشند و لایهٔ بعدی را ریخته و آب میپاشند. این عمل تا مرتفع شدن تلی از آهک به ارتفاع ۱/۵ تا ۲ متر ادامه پیدا می‌کند. روی تل آهک را با کاهگل میپوشانند و بعد از ٤٨ ساعت از آهک شکفته بدست آمده استفاده می‌کنند. حرارت داخل تل در این روش حدود ٤٥۰ درجه است.

۳. روش تر (یا آهک شوئی): این روش صحیح ترین طریقه مصرف آهک بوده که متشکل از دو گودال است. در گودال اول آهک و آب را میریزند. آهک شکفته، در گودال دوم که مرتبط با گودال اول است و حدفاصل آنها یک توری سیمی است، جمع می‌شود. ترک روی آهک نشان دهنده شکفتن آن است.

٤. روش شیرآهک: گردآهک را داخل بشکه‌ای از آب ریخته، به طوریکه در آن غوطه ور شود. عیب این روش، مشکل بودن تعیین درصد آهک داخل آب است.

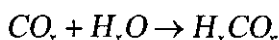
۵. روش هیدراته کردن آهک تحت فشار: در کارخانه هایی که از آهک به عنوان مصالح دوم استفاده می‌شود (مانند کارخانه تولید قند، تولید آجر ماسه آهکی) از این روش استفاده می‌کنند. آهک زنده در ظروف تحت فشار ٤ اتمسفر با بخار آب در زمان ۳ تا ٤ ساعت میشکفد.

آهک در مجاورت آب، حدود ۳/۵ برابر اضافه حجم دارد. درشتی دانه‌های آهک هیدراته از ۰/۲ میلیمتر کمتر و حتی به ۰/۰۰۲ میلمتر (۲ میکرون) هم میرسد.

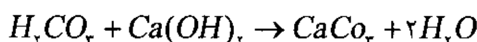
گیرش ملات آهک

ملات آهک به دو صورت هوائی و آبی می‌گیرد.

۱. ملات آهکی که هوائی میگیرد برای سخت شدن نیاز به هوا دارد. هیدرات کلسیم در مجاورت آب و هوا، CO2 را از هوا گرفته و سخت می‌شود. این عمل بدین صورت است که CO2 و آب تبدیل به اسید کربنیک میشوند که اسیدی ناپایدار است. اسید کربنیک در ترکیب با هیدرات کلسیم (آهک شکفته) به کربنات کلسیم تبدیل می‌شود.



$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$



$$H_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCo_3 + 2H_2O$$

سخت شدن آهک باید در محیطی نمناک صورت گیرد. این دو مولکول آب به فعل و انفعالات کمک می‌کنند. اگر محیط نمناک نباشد، آهک میسوزد.

۲. ملات آهک زمانی آبی میگیرد که سنگ آهک همراه خاک رس یا سیلیس باشد. کوره را تا مرز عرق کردن حرارت میدهند. محصول بدست آمده را آسیاب کرده و به عنوان آهک آبی مصرف می‌کنند. هرچه میزان خاک رس بیشتر باشد، آهک مرغوب تری بدست می‌آید، که آب در آن نفوذ نکرده و زودتر سخت می‌شود. اکسیدهای آهن و آلومینیوم موجب رنگی شدن آهک می‌شوند.

سخت شدن ملات آبیِ آهک، زیر آب صورت میگیرد. $Ca(OH_2)$ هیدرات کلسیم در آب یونیزه می‌شود (OH^-, Ca^{++}).

آلومینوم و سیلیس که یون مثبت دارند، با OH^- به هیدراکسید آلمنیوم و هیدراکسید سیلسیم تبدیل می‌شوند و این دو در ترکیب با Ca^{++} به سیلیکات کلسیم $CaO\ SiO_2$ و آلومینات کلسیم $CaO\ Al_2O_3$ تبدیل شده و سخت می‌گردند. همانطور که مشاهده میشود نیازی به CO_2 هوا نیست و فقط با یونیزه شدن $Ca(OH_2)$ و باردار شدن Ca , OH فعل و انفعالات انجام می‌شود.

از این گروه ملات ها و بقیه ملات‌های آبی برای کارهای آبـی ماننـد لنگرگـاه و اسـکله اسـتفاده می‌شود.

گریزی در مبحث ملات ها

به علت ذکر نوع گیرش ملات آهک به صورت آبی، به شرح مختصری از ملات‌های آبی و در ادامه به توضیحی چند من باب انواع ملات‌های آهکی پرداخته می‌شود. مـلات‌هـای آبـی، مـلات هایی هستند که برای سخت شدن نیاز به هوا ندارند و در زیر آب نیز می‌توانند سخت شوند. این ملات ها باید دارای خواص زیر باشند:

۱. زودگیر باشند و زمان گرفتن و سخت شدن آنها از ۲ ساعت تجاوز نکند.
۲. آب در آنها نفوذ نکند.
۳. این ملات ها باید در مجاورت آب‌های نمک دار (سولفات ها و کربنات ها) مقاوم باشند.

از دیگر ملات‌های آبی که در آن آهک آبی موجود است، شفته آهکی است.

شفته آهکی

در ساخت شفته آهکی از ۲۵۰-۲۰۰ کیلوگرم آهک، ۱ متر مکعب شن و ماسـه خاکـدار و آب استفاده می‌شود. این مخلوط بعد از ٢٤ تا ٤٨ خود را گرفته و پس از یـک مـاه قابـل بارگـذاری می‌شود.

اگر شفته آهکی سخت شده در محیط نمناک باشد، پس از ٥ یا ٦ سال قابل خرد کردن نیست. خاک رس مناسب برای شفته آهکی، خاکی با دانه بنـدی پیوسـته اسـت بـه طوریکـه ۲۵ درصـد ریزدانه و ۱۵ درصد خاکرس باشد.

خواص شفته آهکی: آهک ارزان و تهیه آن با کوره چاهی به راحتـی مقـدور اسـت. بعـد از ۱ هفته می‌توان حدود ٥ $\frac{kg}{cm^2}$ بارگذاری کرد. نـسبت بـه بـتن دیرگیرتـر اسـت. آب در آن نفـوذ نمی‌کند. در برابر یخبندان مقاوم است. با آن می‌توان مانعی برای رویش گیاهان در بستر راه ایجاد کرد. آهک موجود در آن لوله فولادی و حتی گالوانیزه را می‌پوساند. راه مقابله با این امر، پوشـش

لوله فولادی با ماسه سیمان است. آهک در ترکیبات مختلف لایه‌های قیرگونی را نیز می‌پوساند. مصرف شفته آهکی برای پی سازی در جائی که رطوبت زیاد است مانند ساحل، مناسب نیست زیرا به راحتی تبدیل به لجن می‌شود.

شفته آهکی در زمان ٤٥ روز به ۸۰ درصد مقاومت ماکزیمموم خود رسیده و حدود ۷۰-٦۰ $\frac{kg}{cm^2}$ بار فشاری و ۲۰ $\frac{kg}{cm^2}$ بار کششی را تحمل می‌کند و می‌تواند از نشست بستر راه جلوگیری نماید.

ساروج

از دیگر ملات‌های آبی که در ترکیب آن، آهک وجود دارد، ساروج است. ساروج ترکیبی از آهک خاکرس دار و خاکستر است. ساروج در گذشته برای آب بندی مخازن آب و آب انبارهای عمومی مورد استفاده بوده است. مواد اولیه ساروج را به شکل خشت در می‌آوردند، با پهن و کاه مخلوط کرده، حرارت می‌دادند تا به درجه سرخ شدن برسد. سپس آنرا کوبیده و مورد استفاده قرار می‌دادند.

***

خواص آهک

تبدیل سنگ آهک به آهک در گرمای ۹۰۰ درجه صورت می‌گیرد. آهک زنده با درجه ذوب ۲۵۰۰ درجه به عنوان اندود سطح کوره مصرف می‌شود.

پخت سنگ آهک به روش صنعتی، آهک بهتر و مرغوب تری تولید می‌کند. شکفتن آهک به معنای تبدیل شدن آهک زنده (آهکی که از پخت سنگ آهک بدست می‌آید) به هیدرات کلسیم (آهک شکفته) است. آهک شکفته در ترکیب دوباره با آب به سنگ آهک تبدیل می‌شود.

آهک پس از شکفتن، بسته به درجهٔ خلوص، ازدیاد حجم پیدا می‌کند. ازدیاد حجم آهک‌های لاغر (کم مایه) ۱/۲۵ تا ۲ برابر و ازدیاد حجم آهک‌های چاق (پرمایه) ۲ تا ۳/۵ برابر است. این عمل با آزادی حرارت همراه است. سرعت عمل شکفته شدن، به حالت فیزیکی آهک، ساختمان

شیمیائی آن و درجه حرارت پختن سنگ آهک بستگی دارد. در هیدراته شدن آهک نکاتی وجود دارد که باید به آن توجه کرد:

آهک کاملاً هوائی یعنی آهکی که به سرعت می‌شکفد، بایستی به آب اضافه شود و نباید آب را به آن اضافه کرد. به ملات نیمه آبی آهکی یعنی آهکی که متوسط شکفته می‌شود، بایستی آنقدر آب اضافه کنیم تا نیمی از آن در آب غوطه ور شود. به ملات آبی آهک یعنی آهکی که آهسته می‌شکفد، بایستی آنقدر آب اضافه کنیم تا کاملاً مرطوب شود.

برای شکفتن آهک خالص حدود ۲۲ درصد آب مورد نیاز است، ولی عملاً ۳۵ درصد وزن آهک، آب می‌افزایند. در روش تر یا آهک شوئی (برای شکفتن آهک) به منظور جلوگیری از ترکیب گاز کربنیک هوا با آهک شکفته، روی آنرا با ماسه می‌پوشانند. از ریختن شیرآهک تازه بر روی خمیری که خود را گرفته باید اجتناب کرد. روش دیگری از شکفتن آهک که قبلاً ذکر شده روش مخازن دوار است که شامل چند استوانه است که روی یکدیگر قرار گرفته‌اند. گرد آهک شکفته دارای وزن مخصوص ۲/۲ $\frac{ton}{m^3}$ است و درشتی دانه‌های آن باید کمتر از ۰/۲ میلی متر باشد. اگر منیزیت در آهک باشد، خاصیت ارتجاعی آن را افزایش می‌دهد. آهک‌های منیزیمی‌دارای خاصیت سختی بیشتر نیز هستند. آهک شکفته در هنگام سخت شدن تغییر حجم نمی‌دهد.

افزودن آهک به ملات سیمانی باعث افزایش خاصیت خمیری، قابلیت کاربرد، افزایش نگهداری آب، افزایش انعطاف و چسبندگی، کاهش نفوذپذیری ملات در مقابل آب و کاهش جمع شدن ناشی از خشک شدن می‌شود. آهک با خاک سیمان ترکیب شده و از اثر مخرب آهک در سیمان می‌کاهد.

انواع ملات‌های آهکی

الف. آهک‌های هوائی (چاق): در حین تبدیل به کربنات کلسیم آهسته سخت شده و حدود ۸۵ تا ۱۰۰ درصد CaO دارد. این نوع آهک، زود شکفته می‌شود و حرارت زیادی تولید می‌کند.

ب. آهک نیمه آبی: این نوع آهک ناخالصی رسی دارد. حدود ۷۵ تا ۸۵ درصد CaO داشته و در زیر آب هم سخت می‌شود. شکفتن این نوع آهک آهسته بوده و مقاومتی بیشتر از نوع الف دارد.

ج. آهک آبی: از پختن سنگ آهک رس دار بدست می‌آید. حدود ٦٥ تا ۷۵ درصد CaO دارد. شبیه سیمان بوده، عمل سخت شدن درون آب صورت گرفته و شکفتن این نوع آهک آهسته است.

د. شفته آهکی: ترکیبی از خاک و شن و دوغاب آهک است. ملاتی آبی است و برای سخت شدن نیازی به هوا ندارد. آهک مورد نیاز در آن حدود ۳۰۰-۲۰۰ $\frac{kg}{cm^2}$، در دوغاب آهک شکفته چاق است. خاک مورد مصرف در آن، خاک با دانه هایی که به طور متوسط ۳۰ درصد دانه سنگی است. بارگذاری روی شفته آهکی باید حداقل ۵ روز بعد از ریختن باشد. اگر به جای دوغاب آهک از آهک خشک استفاده شود، ترکیب ناقصی به دست می‌آید.

آهک میل ترکیب فراوان با سرب، روی، آهن و آلمینیوم دارد. آهک خشک شده رنگ پذیر نیست. افزودن آهک به روکش‌های گچ، بلامانع است. ولی افزودن آن به روکش‌های سولفات کلسیم‌دارِ خشک، ایجاد مشکل می‌کند. افزودن آهک به سیمان کارائی آنرا افزایش می‌دهد، ولی با سیمانی که دارای اکسیدآلمینیوم است نباید ترکیب شود.

یکی از مزایای بزرگ ملات آهک نسبت به ملات سیمان، انقباض اندک آن به هنگام خشک شدن است. برای خودگیری ملات آهک، اندکی سیمان به آن می‌افزایند. در سرما نباید از آهک لاغر استفاده کرد، زیرا سرما خودگیری را به تعویق می‌اندازد.

ملات ماسه آهک پس از ملات ماسه سیمان پرمصرف ترین نوع ملات است. پس از ۲۸ روز در هوای نمناک ۱۰ $\frac{kg}{cm^2}$ تاب فشاری و ۵ $\frac{kg}{cm^2}$ تاب خمشی دارد.

از آهک آبی (لاغر) برای ملات و اندود ساختمان‌های دریایی، پی سازی خاک سولفات دار با سولفات زیاد استفاده می‌شود. از آهک نیمه آبی (خاکستری) برای پی سازی در خاک سولفات دار با سولفات کم استفاده می‌شود.

از آهک زنده کلسیمی پرمایه، برای پایدار کردن خاک در راه سازی، تولید آجر ماسه آهکی، بتن آهکی سنگین و متخلخل، سیمان آهک پوزولان و آهک سرباره استفاده می‌کنند و از دوغاب آهک کم مایه برای شفته پی سازی ساختمان‌های کم ارتفاع استفاده می‌کنند.

درجه پخت آهک بستگی به درجه خلوص سنگ آهک دارد. گرمای پختن سنگ آهک پرمایه ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه و سنگ آهک کم مایه ۱۰۰۰ تا ۱٤۰۰ درجه است. اگر سنگ آهک ناخالصی کربنات منیزیم داشته باشد، به آن سنگ آهک دولومیتی گویند. اگر ناخالصی رسی باشد، بسته به مقدار رس آهک آبی یا نیمه آبی تولید می‌شود. روش اتوکلاو روشی برای شکفتن آهک با بخار آب است.

از گرما دادن آهک هیدراته (شکفته) تا ٤۰۰ درجه، آهک زنده به دست می‌آید. آهکی که ناخالصی زیادی داشته باشد و ترکیبش به سیمان پرتلند نزدیک باشد، در آب نمی شکفد. آهک زنده به سه شکل کلسیومی (سفید)، نیمه آبی (خاکستری) و منیزیمی یافت می‌شود. افت سرخ شدن آهک شکفته کمتر از ۳۰ درصد است. ریزی دانه‌های آهک باید به قسمی باشد که ۹۵ درصد آن از الک ۳۰۰ میکرونی و ۱۰۰ درصد آن از الک ۱۸۰ میکرونی بگذرد.

در صنعت آهک پزی، سنگ آهک را به همراه ۲۰ درصد وزنش زغال کک از بالای کوره استوانه‌ای وارد کوره نموده و با حرارت ۹۵۰ درجه سنگ آهک به آهک تبدیل شده و آهک از قسمت تحتانی خارج می‌شود. به طور کلی آهک شکفته تا ۲/۵ برابر (اگر خالص باشد) ازدیاد حجم دارد. هیدرات کلسیم حاصل از شکفتن آهک را، آهک مرده گویند.

آهک مرده سفید دارای وزن ویژه ۲ $\frac{ton}{m^3}$ است و به مقدار کم در آب حل می‌شود(۱/۳ گرم در لیتر در صفر درجه و ۰/٦ گرم در لیتر در ۱۰۰ درجه). این قابلیت با افزایش دما کم می‌شود.

هیدرات کلسیم، بازی است قوی که در آب به صورت شیر آهک در می‌آید. ناخالصی آهک لاغر حدود ۵ درصد است. آهک شکفته در دمای ٤۰۰ درجه و فشار ۱ اتمسفر آب شیمیائی خود را از دست داده، به آهک زنده و آب تجزیه می‌شود.

درجه سختی سنگ آهک ۳ و وزن مخصوص آن ۲/۷۱ $\frac{ton}{m^3}$ است. سنگ آهک پرمایه را کلسیت گویند. سنگ آهک دولومیتی با $CaCO_3$ زیاد را منیزیت گویند. در کلسینه کردن آهک گاز CO_2 تولید می‌شود. ملات ساروج مخلوطی از خاکستر، آهک، خاکرس، لوئی و ماسه بادی است. الاستیسیته جزو خواص ملات نیست.

***

شفته آهکی (دوغاب آهک و خاک) برای پی سازی و آب بندی به خصوص وقتی خاک نباتی است، استفاده می‌شود. مصرف شفته آهکی در گذشته بسیار بود.

مواد تشکیل دهنده سنگ آهک

مواد تشکیل دهنده سنگ آهک ترکیبی از کربن، کلسیم و اکسیژن است که خواص زیر را دارا هستند:

- کلسیم (Ca) رنگ سفید نقره‌ای دارد. ۳ درصد پوسته زمین از کلسیم تشکیل شده است. کلسیم با وزن ویژه ١/٥٤ در ۸۵۱ درجه آب می‌شود.
- کربن (C) به شکل گرافیت و الماس وجود دارد و در کانی ها به صورت CO_2 یافت می‌شود. وزن ویژه گرافیت ۲/۲۵ $\frac{ton}{m^3}$ و وزن ویژه الماس ۳/۵۱ $\frac{ton}{m^3}$ است که در ۳٥٤٠ آب می‌شود.
- آهک (CaO) سفید رنگ بوده و از پختن سنگ آهک به دست می‌آید. وزن ویژهٔ آن ۳/۳۰-۳/۰۸ $\frac{ton}{m^3}$ است که این وزن بستگی به گرمای پختن سنگ آهک دارد. هرچه گرمای پختن سنگ آهک بیشتر باشد، آهک پخته کندتر با آب ترکیب می‌شود. در گرمای بالاتر از ۱۰۰۰ درجه آهک کمی جمع می‌شود و سطح رویه آن کاهش می‌یابد در نتیجه به کندی با آب ترکیب می‌شود.

آهک در گرمای ۲۷۵۰-۲۵۸۰ درجه و فشار ۱ اتمسفر آب می‌شود. آهک بلوری بی رنگ با ته رنگ زرد است. وزن ویژه آن ۲/۳۲ بوده و سختی این نوع آهک ٤-۳ است. اگر به گرد بلور

آهک، آب بیفزائیم، با حالت انفجاری ترکیب می‌شود. گرد آهک در گرمای ۱۵۰۰– ۱٤۰۰ درجه بلوری می‌شود. بیش از ۵۰ درصد CaO آهک پرمایه در آب حل می‌شود.

– سنگ آهک (کربنات کلسیم $CaCO_3$) بلوری و بی رنگ است. سختی آن ۳ بوده و وزن ویژه ۲/۷۱ $\frac{ton}{m^3}$ دارد. می‌توان آنرا در گرمای ۱۲۸۰ درجه و فشار ۱ اتمسفر آب کرد. اگر کربنات کلسیم در حرارت ۳۰۰۰– ۲٤۰۰ با کربن ترکیب شود، تبدیل به کاربید کلسیم با فرمول CaC_2 می‌شود. اگر به کاربید کلسیم، آب بیفزائیم، گاز استیلن C_2H_2 آزاد شده و محصول به جای مانده $Ca(OH)_2$ یا آهک شکفته است.

انواع سنگ‌های آهکی

۱. سنگ‌های آهکی ته نشسته دریاها که دارای فسیل و سیلیس هستند (سنگ آهک سیلیس دار از بی سیلیس ها سخت ترند).

۲. سنگ‌های آهکی مرجانی که ماندهٔ جسد جانوران دریایی اند.

۳. آراگونیت و تراورتن که از آب آهک دار پیرامون آتشفشان ها ایجاد می‌شوند.

اگر آب آهک دار داغ باشد، آراگونیت ته نشین می‌شود. اگر گرما افت کند، تراورتن به صورت بلوری ته نشین می‌شود. تراورتن به علت کندروانی زیاد به شکل حفره دار در می‌آید.

در ایران به آراگونیت، مرمر می‌گویند که نام تجاری کبود رنگ آن اُنیکس (Onyx) است.

انواع سنگ آهک برای آهک پزی

۱. سنگ آهک ته نشسته دریاها؛

۲. سنگ آهک دولومیتی؛

دولومیت سنگی با فرمول $MgCO_3$ ، $CaCO_3$ است. اگر کربنات منیزیم آن کم باشد، به آن سنگ آهک دولومیتی گویند و اگر دولومیت، کربنات کلسیم نداشته باشد، به آن منیزیت $MgCO_3$ گویند. از سنگ آهک دولومیتی، آهک خاکستری و از کربنات منیزیم (منیزیت)، اکسید

منیزیم (MgO) به دست می‌آید. اگر دولومیت پلاستیکی را با سنگ نسوز ممتاز ترکیب کنند گِل سفید (گِل گیوه) بدست آمده که در گرمای بالای ۱۸۰۰ درجه آب می‌شود.

۳. سنگ مرمر: سنگی توپر بوده که از دگرگون شدن سنگ آهک بدست می‌آید. لازم بـه ذکـر است هر سنگ آهک توپری، مرمر نیست.

٤. سنگ آهک مرجانی؛

۵. آراگونیت و تراورتن؛

٦. گلاهک، کبودرنگ و ترکیبی از خاکرس و ۷۵-٤۰ درصد گردِ سنگِ آهک اسـت. گلاهـک تبریز را خاک آلا گویند.

از جمله دیگر سنگ‌های آهکی، سنگ آهک قیری و سنگ آهک نرم از جلد جـانوران دریـایی است. سنگ آهک قیری برای روسازی استفاده می‌شود و مصرف آهک پزی نـدارد. سـنگ آهـک نرم از جلد جانوران دریایی یا chalk برای ساخت شیشه، سرامیک، سیمان، صابون خیاطی، رنگ و CO_2 استفاده می‌شود.

خواص دیگر آهک

ناخالصیِ سنگ آهک، درجه پخت را بالا می‌برد. در درجه حرارت بالا، آهک به مقدار کـم بـا ناخالصی ترکیب شده و در نتیجه در آب نمی شکفد. سنگ آهک هایی کـه گرمـا رسـانی خـوب دارند و خالص ترند، زودتر می‌پزند. درجه حرارت پختن سنگ آهک به فشار محیط نیز بـستگی دارد.

از پختن سنگ آهک، حجم آهک زنده در کوره ۲۰-۱۰ درصد کم می‌شود. گرمای کـوره بایـد تا حد خارج شدن گاز CO_2 از سنگ آهک باشد، نه حد عرق کردن سنگ آهک. انواع کوره‌هـای آهک پزی، تنوری، حلقه‌ای و ایستاده است که توضیح داده شد.

در شکفتن آهک، استفاده از آب گرم، آب تحت فشار و یا بخار آب تحـت فـشار، شـکفتن را تسریع می‌کند. وزن ویژه آهک شکفته ۲/۲، وزن فضائی خمیر نمناک آن ١/٤، وزن فضائی خمیـر خشک آن ۰/۷، وزن کیسه‌ای نلرزیدهٔ آن ۰/٤۵ و وزن کیسه‌ای لرزیده آن ۰/۷ $\frac{ton}{m^3}$ است. ریزی

دانه‌های آهک شکفته باید ۰/۲ تا ۰/۰۰۲ میلی متر باشد. افت سرخ شدن آهک شکفته ۰/۲۵ (به طور کلی کمتر از ۳۰ درصد) وزنش است. حجم ملات ماسه آهک و شفته آهکی ثابت است، یعنی پس از سخت شدن کم و زیاد نمی‌شود. اگر در روزهای نخست پس از مصرف ملات ماسه آهک، به آن نم نرسد، ملات می‌سوزد.

ملات ۱ به ۳ ماسه آهک پس از ۲۴-۱۲ ساعت شروع به گرفتن کرده و گیرش تا ۲۸ روز طول می‌کشد و سخت شدن تا سالها ادامه دارد. ملات ماسه آهک ملاتی هوایی است.

جسم چسبنده ملات‌های آبی دو جور ترکیب می‌شوند: سرد (شفته آهکی، ساروج و ملات سیمان طبیعی) و گرم (ملات‌های آبی و ملات سیمان که آهک و سلیس در کوره در زمان کوتاهی سیلیکات کلسیم می‌دهد).

گرمی هوا، مقدار آب ملات، ریزی دانه‌های خاک و دانه‌های پولکی خاکرس موجود در خاک، تاب ملات خاک و آهک را افزایش می‌دهد. در این مورد جنس خاکرس نیز تأثیر دارد. جنس خاکرس همان شبکه بلور خاکرس است که به ۳ دسته کائولینی، میکائی و بان تونیتی تقسیم می‌شود.

بان تونیت یا گل سرشو، همان گلی است که با آن شیره را سفید می‌کنند. مونت موریلونیت نوعی بان تونیت ریزدانه است. بان تونیت بیش از خاک رس میکایی و خاکرس میکایی بیش از خاک رس کائولینی آب می‌مکد و باد می‌کند. در نتیجه مقدار سیلیکات کلسیم بیشتری تشکیل شده و تاب ملات را افزایش می‌دهد.

برای گرفتن ملات آهک و خاکرس و بالا بردن تاب شفته آهکی یا پایدار کردن زمین، باید Ph خاک زمان زیادی بالا نگه داشته شود. Ph ملات آهک و خاکرس حدود ۱۲ و حتی بیشتر است. SiOH که نوعی باز است، در گرفتن ملات نقش مهمی‌دارد. آب مورد نیاز گل آهک و شفته آهکی ۵۰-۳۰ درصد وزن خاک و آهک است.

خاک مورد استفاده همراه آهک سه نوع دانه بندی دارد: تا ۲ میکرون خاکرس، ۶۰-۲ میکرون لای و ۶۰ میکرون تا ۲ میلی متر ماسه بوده و فقط خاکرسِ آن با آهک ترکیب شده و لای و ماسه به عنوان پر کننده است. هرچه میزان خاکرسِ مورد استفاده در خاکِ ملات گل آهک و

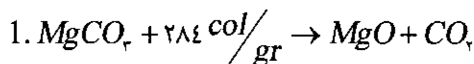
شفته آهکی ریزدانه تر باشد، ملات زودتر گرفته و تابش افزایش می‌یابد. هوای گرم و نمناک نیز باعث تسریع در گیرش و افزایش مقاومت می‌شود.

تاب ملات گل آهک ۱ به ۲ (۱ وزن آهک شکفته و ۲ وزن خاک)، ۱/۵ بوده و تاب ملات گل آهک ۱ به ۳ حدود ۱/۸، تاب ملات گل آهک ۱ به ٤ حدود ۱ و تاب ملات گل آهک ۱ به ۵ حدود ۱/۱ است.در نتیجه ملات گل آهک با نسبت ۱ به ۳ توصیه می‌شود. ملات گل آهک و شفته آهکی در جاهای خشک باید ۱۰-۷ روز در محیط نمناک باشد. مصرف گل آهک و شفته آهکی در مناطق گرم، مطلوب‌تراست.

آهک با روغن نباتی ترکیب صابونی می‌دهد. اگر برای آب بندی روی شفته آهک، از گونی استفاده شود، روغن تارهای گونی با آهک، ترکیب صابونی داده و باعث پوسیدن گونی می‌شود. راه حل استفاده از گونی قیری یا مقوای قیری است.

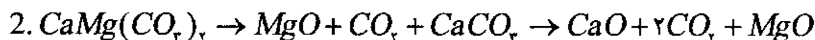
منیزی MgO

از ۱- پختن منیزیت یا ۲- دولومیت کم آهک بدست می‌آید.



$$1.\ MgCO_۳ + ۲۸٤\ {col}/{gr} \rightarrow MgO + CO_۲$$

این واکنش در گرمای ۳۲۳ درجه صورت می‌گیرد.



$$2.\ CaMg(CO_۳)_۲ \rightarrow MgO + CO_۲ + CaCO_۳ \rightarrow CaO + ۲CO_۲ + MgO$$

اکسید منیزیم در حرارت ۲۸۰۰ درجه و فشار ۱ اتمسفر آب می‌شود. منیزی هم چون آهک، آب می‌مکد. در نتیجه به منیزی شکفته $Mg(OH)_2$ تبدیل می‌شود. منیزی شکفته کندگیر بوده و مصرف ندارد. برای زودگیر کردن، به آن محلول هیدروکلرومنیزیم $(MgCl\ ,\ 6H_2O)$ می‌افزایند. محصول بدست آمده (Mg_2OCl_2) زودگیر بوده و همان سیمان Sorel است. البته نامگذاری با عنوان سیمان درست نیست، چون این محصول هوایی می‌گیرد، در حالیکه سیمان آبی می‌گیرد.

انواع سنگ آهکی خاکرس دار

۱. سنگ آهکی خاک رسی، که ۹۸-۷۵ درصد کربنات کلسیم دارد.

۲. گلاهک یا مارن که ۷۵-٤۰ درصد کربنات کلسیم دارد.

۳. خاک رس آهکدار که ٤۰-۲ درصد کربنات کلسیم دارد.

وزن ویژه آهک آبی ۲/۷ و وزن کیسه‌ای نلرزیده آن ۰/۹ $\frac{ton}{m^3}$ است.

برای بدست آوردن آهک آبی زودگیر می‌توان گلاهک را پخت و آسیاب کرد. محصول بدست آمده تاب زیادی دارد. ملات ۱ به ۳ آن تاب خمشی ۱/۵ و تاب فشاری ٦ $\frac{N}{mm^2}$ دارد. آهک آبی خوزستان قهوه‌ای روشن بوده و ملات آن پس از ۱۳ دقیقه شروع به گرفتن می‌کند.

***

آهک از کلسینه کردن[2] سنگ آهک به دست می‌آید.

اگر آهک با آب ترکیب شود، به آهک شکفته یا هیدراته تبدیل می‌شود. در چشمه هائیکه دارای گاز کربنیک انیدرید هستند (مانند چشمه‌های آب معدنی و آب گرم) با متصاعد شدن گاز کربنیک، سنگ رسوبی آهکی به صورت آراگونیت ایجاد می‌شود. اگر رسوبات تمام مقاطع سنگ را پر نکنند و حفره‌های خالی وجود داشته باشد، سنگ رسوبی به صورت تراورتن در می‌آید.

تشکیل استالاکیتت و استالاکمیت به این صورت است که بی کربنات، گاز کربنیک (CO_2)و آب خود را از دست داده و به صورت کربنات کلسیم متبلور ظاهر می‌شود.

سنگ‌های آهکی از لحاظ پیدایش فیزیکی از نوع رسوبی دگرگونی یا آذرین دگرگونی (پارا و ارتو) هستند که ناخالص و غیر بلوری اند. این سنگ ها به سه طریق ایجاد می‌شوند:

۱. توده سنگ آهکی روشن به صورت لایه‌ای در آب دریا ته نشین شده که از بقایای فسیل و از جنس سیلیس است.

---

2 . کلسینه کردن، کلیه اعمال برای جداسازی مواد کلسیم دار از سنگ کلسیم دار توسط عوامل مکانیکی، شیمیایی و.. را شامل می شود.

۲. سنگ آهک مرجانی، از بقایای جانوران دریایی به خصوص مرجان هاست، مانند کاکولیست و فارامینیف با سختی ۲ تا ۳. این نوع سنگ آهک نرم است و برای ساخت گچ مرغوب، در شیشه سازی به عنوان گداز آور و نیز در ساخت سیمان و سرامیک و تولید گاز CO_2 مصرف دارد.

۳. سنگ آهکی آراگونیت و تراورتن که در آب گرم چشمه ها رسوب می‌کنند. آراگونیت وزن حجمی بالاتری از تراورتن داشته، زیرا تراأورتن متخلخل است. تراورتن کاربرد فراوان در ساختمان دارد. از لاشه‌های بی مصرف آن آهک کم مایه می‌پزند. در ایران به آراگونیت، مرمر می‌گویند که نام تجاری کبودرنگ آن انیکس است.

مصرف آهک در ساخت کاغذ، قند، پتروشیمی، رنگ، نساجی، صنایعی داروئی و ضدعفونی، سیمان، تولید اسید استیلن و کاربید و... است.

شرحی دیگر از انواع سنگ‌های اهک پزی

۱. سنگ آهک ته نشین شده دریاها که ناخالص بوده و سیلیس دارد و آهک سختی تولید می‌کند.

۲. سنگ آهک دولومیتی که ترکیبی از کربنات کلسیم $CaCO_3$ و کربنات منیزیم $MgCO_3$ است. اگر $CaCO_3$ زیاد باشد، آنرا کلیست و اگر $MgCO_3$ زیاد باشد، آنرا منیزیت گویند. کلسیت باید حداقل ناخالصی را داشته باشد. اگر $MgCO_3$ در آن بیش از ۲۰ درصد باشد، به آن سنگ آهک دولومیتی گویند.

از سنگ آهک دولومیتی، نسوز دولومیتی می‌سازند که درجهٔ ذوب آن ۱۸۰۰ درجه است و بیش از ۲۰ درصد، $MgCO_3$ دارد. ترکیبات این نسوز به گل گیوه معروف است.

۳. سنگ آهک مرجانی.

٤. سنگ آهک مخلوط با خاکرس که ۷۵-٤۰ درصد آن سنگ آهک است، کبود رنگ بوده و در سیمان سازی استفاده دارد.

سنگ آهک مرمری و قیری برای تولید آهک زنده مصرف نداشته و مصرف صنعتی دارند.

در آهک کم مایه، ۷۵-۵۰ درصد سنگ آهک، $CaCO_3$ و در آهک پرمایه، بیش از ۹۰ درصد سنگ آهک، $CaCO_3$ است. از تکلیس[3] سنگ آهک، آهک خالص بدست می‌آید.

پختن سنگ آهک و تبدیل آن به آهک، عملی فیزیکی است. سنگ آهک پرمایه در ۹۰۰-۸۰۰ درجه و سنگ آهک کم مایه در ۱۴۰۰- ۱۰۰۰ درجه می‌پزد. آهک کم مایه دیرتر از آهک پرمایه با آب ترکیب شده و می‌شکفد. پس از پختن سنگ آهک، حجم آن ۲۰-۱۰ درصد کاهش می‌یابد.

آهک زنده خالص دارای وزن حجمی ۳/۳ -۳/۰۸ $\frac{ton}{m^3}$ بوده و در ۲۷۵۰-۲۵۸۰ درجه و فشار ۱ اتمسفر ذوب می‌شود.

هرچه آهک زنده پرمایه‌تر باشد، Ph بیشتری داشته و قلیایی‌تر است. اگر آهک پرمایه باشد، در عمل شکفتن، ۲۷۵ کالری گرما آزاد می‌کند. آهک ساختمانی، بلوری مکعبی داشته و سختی آن ۳ تا ٤ است، یعنی با فولاد ساده خط بر می‌دارد. در ساخت سنگ بلوری مصنوعی، پودر آهک را در ظرف دربسته تحت حرارت ۱٤۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه قرار می‌دهند.



$$Cao + H_2o \rightarrow Ca(OH)_2 + 275\,Col$$

اگر به آهک شکفته در فشار ۱ اتمسفر، حرارت ٤۰۰ درجه بدهیم، عکس فرمول بالا اتفاق می‌افتد و قابلیت تشکیل مجدد دارد. ولی چسبندگی آن کمتر شده، زیرا اصطلاحاً خسته می‌شود. اگر این تکرار چند بار اتفاق افتد، به بی خاصیت شدن آهک می‌انجامد.

روش‌های هیدراته کردن آهک،تر یا آهک شوئی، خشک، هیدارته کردن با فشار است که قبلاً توضیح داده شد. اگر آهک و ماسه را با هم مخلوط نمائیم، دانه‌های ماسه توسط آهک به هم می‌چسبند و ملات ماسه آهکی ایجاد می‌شود. اگر ماسه استفاده شده، ماسه سیلیکاتی پوک یا جامد باشد، در فشار و حرارت لازم، آجر ماسه آهکی تولید می‌شود که مولکول اصلی تشکیل دهندهٔ آن هیدروسیلیکات هایی هستند که از آهک و سیلیس به وجود آمده اند (آهک و ماسه سیلیکاتی به میزان ٦۰ درصد). این هیدروسیلیکات ها دارای خواص جدید بوده و در مقابل آب

3 . تکلیس، حرارت همراه با فشار برای پختن سنگ آهک و بدست آوردن آهک زنده گویند

هم پایدارند و جزو محصولات آبی- هوائی آهکی هستند. منظور از کلمه آبی- هوایی همان آهک آبی است.

آهک‌های آبی ۷۵-٦۵ درصد خالص و حدود ۳۵-۲۵ درصد ناخالصی به خصوص خاکرس، منیزیم و مواد آهنی دارند. این نوع آهک از سنگ آهک کم مایه، در حرارت ۱۱۰۰-۹۰۰ درجه حاصل می‌شود و موارد استفادهٔ آن در ساخت ملات مقاوم در برابر سولفات، پی زیر آب، شمع، سدوزنی، تولید انواع سیمان، ساروج، آجر ماسه آهکی، شفته آهکی و... است.

آهک آبی کند می‌گیرد و افزایش حجمش در شکفتن ۲-۱/۲۵ برابر است. این نوع آهک مانند سیمان پرتلند می‌گیرد و به آن سیمان طبیعی نیز می‌گویند. آهک آبی در زیر آب هم سخت می‌شود یعنی خاصیت هیدرولیسیته دارد.

اگر ناخالصی سنگ آهک ۵ درصد موادرسی یا سیلیسی باشد، به آن آهک لاغر یا همان آهک آبی گویند.

***

تفاوت بین آهک آبی و هوائی در درجه پخت و وجود سیلیس است. هرچه میزان آهک در شفته آهکی بیشتر شود، حد خمیری (PL) افزایش یافته و حد روانی (LL) کاهش می‌یابد. آهک زنده ۷۰-٦۰ درصد از مواد تشکیل دهنده سیمان را شامل می‌شود. شفته آهکی پس از ٤۸-۲٤ ساعت خود را گرفته و پس از یک ماه قابل بارگذاری می‌شود.

در تولید شفته آهکی، خاک باید شن ریزدانه دار باشد. ناخالصی آهک پرچرب یا قوی حدود ۳ درصد است. با توجه به خواص آهک می‌توان گفت آهک، نوعی سیمان هوایی است. درجهٔ پخت سنگ آهک بستگی به درجه خلوص آن و فشار محیط دارد. سنگ آهک، بیرنگ و آهک خالص، سفیدرنگ است.

تهیه آهک هیدراته به دو روش است:

۱. روش دستی:

۱. الف.تر یا آهک شوئی؛

۱. ب. روش خشک یا تنگ گذاری؛

۲. روش‌های صنعتی:

۲. الف. استفاده از هیدراتور؛

۲. ب. شکفتن با بخار آب؛

در روش خشک (برای هیدراته کردن آهک)، کلوخه‌های آهک زنده را در لایه‌های ۲۰ تا ۳۰ سانتی متری تا ارتفاع ۱ متر می‌چینند. از عمل هیدراته کردن به این روش حرارت ۴۰۰ درجه تولید می‌شود. هیدراتور استوانه‌ای است که به صورت افقی یا قائم نصب شده است. شکفتن با بخار آب در دستگاه اتوکلاو و فشار بخار ٤-۳ اتمسفر صورت می‌گیرد. این روش سریعتر از روش‌های دیگر و نیز بسیار مناسب برای زمانی است که آهک دارای ناخالصی است.

تقسیم بندی آهک زنده به سه دسته کلسیومی، نیمه آبی و منیزیمی است. آهک زنده را باید از اثر آب و دی اکسید هوا حفظ کرد. بتن آهکی سبک از جنس سیلیکات آلمنیوم است. دلیل عمده دیرگیری آهک خالص، عدم نفوذ کافی CaO به لایه‌های درونی ملات است.

سیمان

رایج‌ترین سیمان، سیمان پرتلند بوده که از دو ماده اصلی خاکرس و آهک تشکیل شده است.

ترکیبات سیمان پرتلند شامل آهک زنده (۷۰-٦۰ درصد)، سیلیس (۲۰ درصد)، اکسید آلمینیوم (٦ درصد)، اکسیدآهن (٤ درصد)، اکسیدمنیزیم (۳ درصد) و سایر مواد است. اگر اکسیدهای مورد نظر به صورت سولفات یا کربنات وارد کوره شوند، در اثر حرارت تبدیل به اکسید می‌شوند.

روند تولید سیمان

برای تولید سیمان، خاکرس را به میزان ۲۵ درصد و آهک را به میزان ۷۵ درصد مخلوط می‌کنند. این نسبت در طبیعت نیز موجود است که به آن مارل (Marl) گویند.

روند تهیه سیمان به صورت ۱- تهیه خوراک کارخانه از معادن، ۲- خرد کردن سنگ ها با سنگ شکن‌های فکی یا ضربه‌ای (چکشی)، ۳- آسیاب کردن سنگ ها، ٤- خشک نمودن مقدماتی در کوره‌های دوار است. در روند تهیه سیمان (مرحله آسیاب کردن) قطر مواد اولیه نباید از ۰/۱ میلیمتر بیشتر شود. علت ریز کردن مواد اولیه، زیاد شدن سطح مخصوص و در نتیجه افزایش جذب حرارت و پخت سریع سیمان است.

متداول ترین آسیاب برای پودر کردن مواد اولیه، آسیاب ساچمه‌ای و آسیاب گلوله‌ای است. مواد به دو صورت تر و خشک وارد کوره‌های سیمان پزی می‌شوند. اگر رطوبت مواد اولیه بالای ۲۵ درصد باشد و نیز حین آسیاب کردن رطوبت را به ٤۰ درصد برسانند، مواد به صورت لجن درآمده، در نتیجه در این روش که روش تر نام دارد، گرد و غبار کمتری ایجاد می‌شود. سیمان این روش مرغوب‌تر از روش خشک بوده که رطوبت مواد بسیار کم است. ولی به علت التزام خشک کردن مواد اولیه افزایش هزینه سوخت را در بر دارد.

لازم به ذکر است سیلوهای روش تر باید مجهز به مخلوط کن با دمیدن هوا از پائین یا همزن آیرواسلاید (بادی) باشند. مواد اولیه را در سیلو انبار کرده تا برای رفتن به کوره و پخته شدن آماده شوند که باید از اشکالات ترکیبی عاری باشد. سیلوی تصحیح سیلویی است که اشکالات سیلوهای اول را ندارد. مصالحی که برای رفتن به کوره آماده شده اند را خوراک کوره گویند. جنس سیلوها از بتن است. خوراک کوره چه به صورت تر و یا حتی خشک مقداری آب دارد که قبل از ورود به کوره توسط پیش گرم کن ها گرم می‌شود. گرمای حاصل از کوره اصلی باعث ایجاد گردباد و معلق شدن مواد می‌شود. این گرما که امکان دارد تا ۳۰۰ درجه باشد، کربنات هائی را که در مواد اولیه موجود است به اکسید آنها تبدیل می‌کند.

بعد از این مرحله شروع سیمان پزی است. سیمان پزی شامل فعل و انفعالات شیمیائی با حرارت ۱۵۰۰ درجه است که دانه ها را تا مرز عرق کردن گرم می‌نماید، به طوریکه ۳۰-۲۰ درصد مواد ذوب شده و باعث چسبیدن آنها به یکدیگر می‌شود. این دانه‌های قهوه‌ای روشن را کلینکر گویند.

کوره‌های سیمان پزی

۱. کوره گردنده خفته، رایج ترین و متداول ترین نوع کوره است.

۲. کوره ایستاده که استوانه‌ای است به ارتفاع ۱۰ متر و قطر ۳ متر که شبیه یک مخروط وارونه است. مواد را به قطر ۱۰ سانتی متر به همراه زغال کک از بالای کوره وارد می‌کنند.

مراحل پخت سیمان در کوره

در ۱۰۰ درجه آب فیزیکی تبخیر، در ۳۰۰ درجه CO_2 از $CaCO_3$ متصاعد، در ۵۰۰ درجه تا ۶۰۰ درجه آب شیمیائی متصاعد شده و در ۶۰۰ تا ۸۰۰ درجه $CaCO_3$ به CaO تبدیل می‌شود. در ۸۰۰ درجه فعل وانفعالات میان آهک و سیلیس صورت گرفته که آغاز به وجود آمدن سیمان است.

در ۸۰۰ درجه منوکلسیم آلومنیات (CA)، در ۹۰۰ درجه منوکلسیم سیلیکات (CS)، در ۹۵۰ درجه پنتاکلسیم آلومینات (C5A3)و در ۱۲۰۰ درجه دی کلسیم سیلیکات (C2S)، تولید

می‌شود. در دمای ۱۳۰۰ درجه قسمتی از مواد به مرحلهٔ عرق کردن و ذوب شدن رسیده و تری کلسیم آلومنیات (C3A) به وجود می‌آید. در دمای ۱۳۰۰ درجه، تتراکلسیم آلومینات فریت (C4AF) نیز بدست می‌آید، در دمای ۱٤۰۰ درجه تری کلسیم سیلیکات (C3S) به وجود آمده و در ۱۵۰۰ درجه چهارعنصر اصلی سیمان C4AF, C3S, C2S, C3A در کوره موجود است. این چهار عنصر، ترکیبی هستند از آهک، سیلیس، اکسید آلمینوم و اکسیدآهن.

خواص ترکیبات در سیمان

نتایج وجود C3A در سیمان: باعث خودگیری آنیِ سیمان می‌شود، که به کمک گچ سرعت آن را پائین می‌آورند. افزایش سریع مقاومت و مقاومت نهائی اندکی را باعث می‌شود. همچنین در برابر حملهٔ سولفات ها آسیب پذیر است.

نتایج وجود C2S در سیمان: باعث خودگیری کند در سیمان شده که همراه با افزایش کند دما و رسیدن به مقاومت دیررس است.

نتایج وجود C3Sدر سیمان: باعث خودگیری سریع، مقاومت زودرس وافزایش سریع دما می‌شود.

نتایج وجود C4AF در سیمان: باعث خودگیری کند و بروز رنگ خاکستری در سیمان می‌شود.

به این ٤ محصول که محصول نهایی کوره گردنده خفته است، کلینکر گویند.

مدت زمان تهیه سیمان به نوع کوره، نوع سوخت و نوع مواد بستگی دارد و حدود ۳ تا ۵ ساعت است. کلینکر را پس از سرد شدن به همراه ۲ درصد سنگ گچ مخلوط کرده و با آسیاب ساچمه‌ای آنرا پودر می‌کنند.

سیمان را به صورت پاکتی بسته بندی می‌کنند و یا امکان دارد به صورت فله‌ای با ماشین حمل سیمان (بونکر) به محل مصرف یا سیلو برده شود. آسیاب باید حتماً سپراتور (جدا کننده) داشته باشد، تا دانه‌های درشت، جدا و مجدداً آسیاب شود.

درشتی دانه‌های سیمان پرتلند معمولی ۲ تا ۸ میکرون (۰/۰۰۲ تا ۰/۰۰۸ میلیمتر) با شکل مدور بوده و هرچه ریزتر باشد، مرغوب‌تر است. اندازه دانه با آزمایش فشار مشخص می‌شود.

سیلوی ذخیره سیمان بتنی بوده و باید در آن هوا دمیده شود. (دستگاه آیرواسلاید داشته باشد)

انواع سیمان پرتلند

۱. پرتلند نوع ۱: سیمان معمولی که رایج ترین و پرمصرف ترین نوع سیمان است.

۲. پرتلند نوع ۲: سیمان با حرارتزائی کم و کند گیر بوده که برای هوای گرم و کانال‌های فاضلاب مناسب است و مقاومتی جزئی در برابر حمله سولفاتها دارد.

۳. پرتلند نوع ۳: سیمان باحرارتزائی بالا وتندگیر بوده و برای بتن ریزی درهوای سردمناسب است.

٤. پرتلند نوع ٤: سیمان با حرارتزائی بسیار کم و کندگیرترین نوع سیمان است. برای بتن ریزی‌های حجیم مانند سد ها بسیار استفاده می‌شود.

۵. پرتلند نوع ۵: سیمان ضد سولفاته بوده و برای اسکله ها و پل ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

انواع سیمان پرتلند در دسته بندی جزئی‌تر به صورت زیر است:

الف. سیمان ممتاز: سیمان بسیار ریزی است که دانه‌های آن تا ۲ میکرون هم می‌رسد. برای تهیه آنرا دو بار به کوره می‌برند. این امر موجب به حداقل رسیدن آهک ترکیب نشده با خاک رس می‌شود. سیمان ممتاز زودتر از سیمان معمولی سخت می‌شود.

ب. سیمان زودگیر: به دلیل زودگیر بودن، گرمای هیدراسیون بالائی دارد. در واقع همان سیمان نوع ۳ است. با ترکیبات ۵۹ درصد C3S، ۲۰ درصد C2S، ۱۰ درصد C3A و حدود ۱۱ درصد C4AF.

وقتی هزینه قالب بندی بالا باشد، از قالب لغزنده و این نوع سیمان استفاده می‌شود. طبق آئین نامه ASTM سیمانی را زودگیر می‌گویند که مقاومت یک روزهٔ آن ۱۲۷ و مقاومت سه روزهٔ آن ۲٤۷ $\frac{kg}{cm^2}$ باشد.

ج. سیمان ضد سولفات: سیمان تیپ ۵ است که C3A در کلینکر به حدود ۳ تا ۵ درصد تقلیل یافته است. این نوع سیمان به شدت در برابر حمله سولفات ها مقاوم است.

برای کاهش C3A در سیمان، مقدار AL_2O_3 را در مواد اولیه کم کرده و مقدار Fe_2O_3 را افزایش می‌دهند. به چنین سیمانی به علت زیادی اکسیدآهن، سیمان آهنی Iron Cement گویند.

د. سیمان هوازا: به منظور جلوگیری از یخ زدن بتن، به سیمان موادی افزوده می‌شود تا در بتن حباب هائی به قطر ۰/۳ میلیمتر ایجاد کند. مواد حباب زا مانند رزین طبیعی یا مصنوعی، روغن‌های نباتی و اسیدهای چرب. این دانه ها مانند شن عمل کرده و حباب ها را بیرون می‌رانند.

سیمان هائی با عنوان A_3, A_2, A_1 مانند تیپ ۱ و۲ و ۳ بوده که مواد افزودنی حباب زا دارند و از سیمان هوازا مناسب ترند.

ه. سیمان رنگی: رنگ، معیار اصلی سیمان بوده و باربری مدنظر نیست. رنگ دودی مایل به سبز سیمان پرتلند معمولی به علت وجود اکسیدهای آهن است. این اکسیدها را جدا کرده تا سیمان سفید به دست آید. حداکثر مقدار این اکسیدها ۲ درصد وزن کلینکر است. البته درصد مجاز تا ۳/۵ درصد هم می‌رسد.

برای بیرنگ کردن سیمان می‌توان حدود ۳ درصد وزن مواد خام به آن کلرورکلسیم یا کلرور کالیم و مقداری ماسه سیلیسی افزود. درجه پخت سیمان سفید بیشتر از سیمان معمولی است. به همین منظور برای جلوگیری از روان شدن مواد کوره از دیرگدازهایی مانند کلسیم فلوراید، گچ، شیشه و فلدسپات در خوراک اولیه کوره استفاده می‌کنند. برای تهیه سیمان رنگی، ۲۰ درصد وزن به آن مواد معدنی می‌افزایند. این مواد را به صورت سنگ همراه کلینکر به آسیاب می‌برند. اکسید کرم به سیمان رنگ سبز، و اکسیدهای آهن به آن رنگ‌های قرمز، قرمز کمرنگ و سیاه می‌دهند.

و. سیماه چاه کنی: این نوع سیمان فقط در صنعت نفت استفاده می‌شود. در گودال‌های عمیق ابتدا دوغاب خاک رس با مواد معدنی مانند سود سوزآور و کربنات و سیلیکات سدیم ریخته،

سپس دوغاب سیمان چاه کنی را با فشار پمپ تزریق می‌کنند. این سیمان در حرارت زیاد عمق چاه سخت شده و باید مقاوم باشد.

ز. سیمان روباره: در کوره ذوب آهن (کورهٔ بلند) به همراه سنگ آهن، مقداری مواد گدازآور مانند سنگ آهک می‌ریزند. اضافاتِ کوره به همراه زغال سنگ آهن به علت سبکی به سطح آهن مذاب می‌آید. این روباره را جمع کرده، سرد می‌کنند. سپس به کارخانه تولید سیمان منتقل نموده و به همراه کلینکر آسیاب می‌کنند. به محصول بدست آمده سیمان پرتلند روباره یا سیمان متالوژیکی گویند.

نسبت روباره به کلینکر در این سیمان به میزان روباره ۳۵ تا ۸۰ درصد و کلینکر ۲۰ تا ۶۰ درصد است. سیمان روباره پس از ۲۸ روز مقاومتی حدود ۴۰۰ $\frac{kg}{cm^2}$ دارد.

سیمان روباره در مقابل عوامل شیمیائی مقاوم‌تر از سیمان معمولی است و حرارت هیدراسیون پائین تری دارد.

ح. سیمان پوزولان: پوزولان ماده سیلیسی یا سیلیسی- آلومینی است که به خودی خود چسبنده نبوده، ولی همراه پودر گرد آهک شکفته، خاصیت چسبندگی پیدا می‌کند که به آن سیمان طبیعی گویند. نسبت پوزولان به کلینکر در این سیمان به میزان پوزولان ۲۰ تا ۴۰ درصد و کلینکر ۶۰ تا ۸۰ درصد است. این نوع سیمان در مقابل حملهٔ سولفات ها مقاومت بوده و قیمت مناسبی برای مصارف عمومی دارد.

ط. سیمان انبساطی: این نوع سیمان در موقع گرفتن حدود ۱ درصد افزایش حجم پیدا می‌کند. علت، آن است که مقدار آلومینات و سولفات موجود در مواد اولیه از سیمان پرتلند معمولی بیشتر است. از این نوع سیمان برای آب بندی درز استخرها و آب انبارها استفاده می‌شود.

ی. سیمان برقی: اکسید آلمینیوم بالائی دارد و میزان آهک آن کم است. این نوع سیمان جزو خانواده سیمان پرتلند نیست. زیرا عامل سخت شونده در سیمان پرتلند، هیدرات‌های سیلیکات کلسیم بوده، در حالیکه در سیمان برقی، هیدرات‌های کلسیم آلومینات است.

این نوع سیمان در برابر حملهٔ سولفات ها مقاوم است. مواد اولیه سیمان برقی سنگ آهک و بوکسیت است (بوکسیت یا هیدروکسید آلمینیوم $AL_2O_3, 2H_2O$). ریزی دانه‌های سیمان برقی مانند سیمان پرتلند بوده، ولی بسیار زودگیر است. به طوریکه آغاز گرفتن از ۱ ساعت شروع تا ٢٤ ساعت پایان می‌یابد که این روند در سیمان پرتلند از ۲ ساعت شروع و تا ۲۸ روز ادامه دارد.

وزن مخصوص سیمان برقی لرزیده ۳ تا ۳/۵ و نلرزیده ۱/۲ تا ١/٤ $\frac{ton}{m^۳}$ است. به علت کاهش مقاومت نباید سیمان برقی را با سیمان پرتلند مخلوط کرد. سیمان برقی ظرف ٢٤ ساعت به مقاومتی بیش از ۵۵۰ $\frac{kg}{cm^۲}$ می‌رسد. سیمان برقی در مقابل عوامل شیمیائی مانند سولفات و اسیدهای رقیق از معمولی مقاوم‌تر است. گرمای هیدراسیون سیمان برقی مانند پرتلند حدود ۸۰ کالری بر گرم است، ولی زودگیر بوده و این حرارت یک مرتبه آزاد می‌شود. بنابراین از این سیمان نباید در مناطق گرمسیر استفاده کرد.

کوره سیمان برقی شبیه کوره آهنگدازی است. خوراک کوره را به صورت کلوخه درآورده، ۱۶۰۰ درجه به آن گرما می‌دهند، تا مواد روان شوند. مواد ذوب شده وارد محفظه هائی که با برق گرم می‌شود، کرده و سپس خنک و آسیاب می‌کنند. سیمان برقی گرانتر از سیمان معمولی است. به سیمان برقی سیمان آلومینا یا مذاب (فوندو) گویند. به علت زودگیر بودن، برای لکه گیری سد و پل و لوله استفاده می‌شود.

ک. سیمان بنائی: این نوع سیمان مقاومت بالائی ندارد. توان مقاومت بهترین آجر فشاری ۷۰ تا ۸۰ $\frac{kg}{cm^۲}$ است، یعنی اگر ملات سیمان بعد از سخت شدن بتواند فشار ۱۰۰ $\frac{kg}{cm^۲}$ را تحمل کند، کافی است.

خواص سیمان

۹۰ درصد سیمان مصرفی در ساختمان اسکلت فلزی و ۵۰ درصد سیمان مصرفی در ساختمان اسکلت بتنی، برای ملات است. بتن ساخته شده از سیمان پرتلند به نسبت ۳۰۰ کیلوگرم سیمان

و ۱ مترمکعب شن و ماسه پس از ۲۸ روز می‌تواند حدود ۳۵۰ $\frac{kg}{cm^2}$ نیروی فشاری و ۳۰ $\frac{kg}{cm^2}$ نیروی کششی را تحمل کند.

مرغوب ترین ملات بنائی دارای نسبت ۱ قسمت سیمان به علاوه ۱ قسمت گرد آهک شکفته و ٦ قسمت ماسه است. به این ملات، باتارد (حرامزاده) گویند. باتارد از ملات ماسه سیمان دیرگیرتر بوده و اگر ٤ هفته در محیط مرطوب و یا حداقل ٤ روز اول مرطوب باشد، می‌تواند نیروی فشاری $\frac{kg}{cm^2}$ ۱۵۰ را تحمل کند. نوع دیگر سیمان بنائی (با نسبت‌های ۱ قسمت سیمان پرتلند به علاوه ۱ قسمت سنگ گرد شده تراس و ۳ قسمت ماسه) دارای مقاومت فشاری ۲۸ روزه ۱٤۰ $\frac{kg}{cm^2}$ است.

سیمان باید از خطر جذب رطوبت هوا و فشار ناشی از وزن خود به دور باشد و نباید بیش از ۱۰ تا ۱۲ کیسه روی هم قرار داد.

کوره گردنده خفته

رایج ترین و اقتصادی ترین نوع کوره برای تهیه سیمان کوره گردنده خفته، با اجزای زیر است:

بخش اصلی کوره به صورت لوله استوانه ای، رینگ ها، دنده کوره، غلطکها و خنک کن ها. سروته کوره می‌بایست آب بندی شود. سوخت کوره مهم بوده و به صورت جامد (مانند زغال سنگ، کک، ضایعات کارخانجات چوب بری) یا به صورت مایع (مانند مازوت، گازوئیل و گاز طبیعی) است. حتی در ممالکی که برق ارزان است از نیروی برق استفاده می‌کنند.

تعاریفی چند از اصطلاحاتی که در مورد کوره رایج است:

۱. درجه پربودن: نسبت سطح مقطعی از کوره که مواد در آن موجود بوده به کل سطح مقطع. به طور کلی درجه پر بودن در کوره ۱۷-۵ درصد است.

۲. شیب کوره: ٤-۲ درصد است.

۳. دور کوره: حرکت دورانی کوره در یک دقیقه یا سرعت خطی آن.

٤. بار کوره: بارکوره به طول کوره و قطر آن و نسبت طول به قطر بستگی دارد و بین ۱۳ -۹ درصد است.

***

یونانیان با خاک سانترین سیمان تولید می‌کردند. برای کنترل خودگیری سیمان در هنگام آسیاب کردن حدود ۱/۵ تا ۳/۵ درصد وزنی، گچ به کلینکر می‌افزایند. می‌توان تا ۱۵ درصد وزن سیمان به آن مواد افزودنی افزود.

اکسیدهائی مانند اکسیدمنیزیم و قلیائی کیفیت سیمان را به شدت می‌کاهند. اکسیدمنیزیم در ۱۵۰۰ درجه زنده و در مجاورت آب متبلور شده و موجب بروز ترک در بتن و ملات می‌شود. بنابراین مقدار آن نباید از ۵ درصد وزنی تجاوز کند. وجود بیش از ۱ درصد اکسیدهای قلیائی باعث نقصان کیفی در سیمان می‌شود.

نام دیگر Clit: C4AF, C3A, Blit: C2S, Alit: C3S است.

در کوره سیمان پزی پس از ۱۵۰۰ درجه، نباید آهک آزاد در کلینکر باقی بماند، زیرا پس از تماس با آب مانند MgO منبسط شده و موجب بروز ترک می‌شود. مواد خام سیمان پرتلند ۷۸-۷۵ درصد کربنات کلسیم و ۲۵-۲۲ درصد مواد رسی است.

خودگیری مخلوط سیمان و بتن را می‌توان بر اساس کاهش کارائی آن تشخیص داد، که پس از ۳ ساعت از جادادن و تراکم بتن صورت می‌گیرد. بیشتر واکنش ها و نیز کسب مقاومت، در ماه اول سن بتن به عنوان مخلوط سیمانی صورت گرفته و در سال‌های زیادی به کندی ادامه می‌یابد. این واکنش ها را که با تولید حرارت همراه است، هیدراتاسیون گویند. سیمان و آب، ماده خمیری می‌دهد که در سه مرحله سخت می‌شود: تحلیل و هیدراتاسیون، شکل گیری مواد کلوئیدی ، تبلور.

با افزایش حرارتِ محیط، خودگیری سیمان تسریع می‌شود. نباید دمای مخلوط‌های سیمانی در مدت خودگیری زیر ۲ درجه باشد. اگر اینطور بود، می‌بایست از سیمان حرارت زا استفاده شود.

در بتن ریزی حجیم باید از سیمان با حرارت زائی کم استفاده کرد. هرچه زمان پخت سیمان تا استفاده از آن زیاد باشد، سیمان کندگیرتر می‌شود.

همچنین آب همراه املاحی مانند گچ، خودگیری سیمان را کند می‌کند. در ترکیب آب و سیمان حدود ۲۵ درصد از آب با سیمان ترکیب می‌شود، ۱۵ درصد به شکل لعاب در می‌آید و بقیه در فضای بین ذرات باقی می‌ماند و بعد تبخیر می‌شود.

بتن حاصل از سیمان پرتلند پس از ۳ روز حدود ۳۰ و پس از ۲۸ روز حدود ٨٦ درصد، مقاومت کسب می‌کند. ترکیبات گوگردی، قلیائی و اکسید منیزیم اثر تخریبی در سیمان دارند. هرچه حرارت و فشار و وزن مخصوص بتن بیشتر باشد، مقاوم‌تر می‌شود. در فشار بسیار بالا، مقاومت بتن کم شده و باید مواد خاصی به آن افزود تا به مقاومت مناسب برسد.

بهترین مخلوط ملات ماسه سیمان با نسبت ۱ قسمت سیمان + ٦ قسمت ماسه است (١:٦). منظور از بتن ۳:۲:۱، مخلوط ۱ قسمت سیمان + ۲ قسمت ماسه + ۳ قسمت شن است. سیمان تیپ ٥ ضد سولفات و تیره رنگ است. برای بتن با حداکثر اندازهٔ سنگدانه ۲۰ میلی متر، مقدار سیمان نباید کمتر از ۲۸۰ کیلوگرم در متر مکعب بتن باشد و نیز نسبت آب به سیمان نباید از ٥٥ درصد بیشتر شود.

گاهی اوقات لازم است مقدار سیمان بیش از مورد اخیر باشد، بدون آنکه نسبت آب به سیمان تغییر کند. علت این امر افزایش مقاومت محصول است. مقاومت سیمان تیپ ٥ مانند سیمان معمولی بوده ولی کندگیرتر از سیمان معمولی است، کمتر حرارت تولید کرده و می‌توان از آن برای بتن ریزی حجیم‌تر استفاده کرد.

از مصرف کلرورکلسیم همراه سیمان ضد سولفات و نیز بتن مسلح باید اجتناب کرد. زیرا در سیمان ضد سولفات مقاومت را در مقابل حمله سولفاتها کاهش داده و در بتن مسلح، میلگرد را می‌خورد. حداکثر مقدار کلرورکلسیم ۲ درصد پیشنهاد می‌شود.

نوعی سیمان با نام سیمان پرتلند ضد رطوبت وجود دارد. مزایای عمدهٔ این نوع سیمان، موقعی است که در پشت لایهٔ نازک کاری استفاده می‌شود، تا لایه آب خود را پس ندهد. سیمان

پرتلند ضد آب هم وجود دارد که عمل اختلاط را با مخلوط کن یا همزن برقی بتن ساز ۱ دقیقه افزایش می‌دهند. نباید در مخلوط کردن از مخلوط کن دستی استفاده شود.

سیمان گردی است به وزن مخصوص ۳/۱ $\frac{ton}{m^3}$ و وزن ملات ۲/۲ $\frac{ton}{m^3}$. سیمان پرتلند معمولی سبز تیره مایل به خاکستری بوده که علت آن وجود MgO و اکسیدهای آهن است. متوسط میزان هم کشیدگی محصولات سیمان ۱ میلی متر به ازای ۱ متر است. مقدار انقباض ملات و اندود بتن بستگی به نوع، میزان سیمان و مقدار آب سنگدانه دارد.

مخلوط‌های سیمانی رقیق در مقابل سرب، روی، آلمینیوم و شیشه عکس العمل نشان داده ولی در مقابل آهن آلات و مس عکس العمل نشان نمی‌دهند. از آهک برای تأخیر در زودگیری مخلوط‌های سیمانی استفاده می‌شود، که به آن ملات با تارد گویند.

سیمان در انبار فله‌ای تا سه ماه قابل مصرف است و اگر به صورت کیسه‌ای انبار شود، پس از ٤ تا ٦ هفته، ۲۰ درصد مقاومتش کم می‌شود. اگر سیمان هوازده باشد، در مصرف بتن مقدار آن را باید ۱۰ تا ۲۰ درصد افزایش داد. کیسه‌های روی هم سیمان نباید از ۹ کیسه و ارتفاع ۱/۵ متر بیشتر شود. انبار کردن فله‌ای از کیسه‌ای بهتر است. سیمان فله‌ای اگر بیش از ٦ ماه در سیلو باشد، یک لایه سخت ۵۰ میلی متری رویش قرار می‌گیرد. سیمان تیپ ۲ در مقابل حمله کلر مقاوم است. برای سیمان رنگی می‌توان ۱۰-۵ درصد موادرنگی معدنی به آن افزود.

***

سیمان پرتلند از گرد ۳ به ۱ سنگ آهک و خاک که تا بیش از ۱۲۰۰ درجه حرارت دیده باشد، بدست می‌آید. در این دما دانه ها عرق کرده و کلینکر ایجاد می‌شود. ترکیب سیمان به صورت ٤٥ درصد C3S، ۲۵ درصد C2S، ۲۵ درصد C3A و کمی C4AF است.

نقش مواد تشکیل دهندهٔ سیمان

۱. آهک: اگر آهک زیاد باشد، C3S در سیمان زیاد شده و تاب نخستین را بالا می‌برد.

اگر C3A زیاد باشد، پایداری در برابر آب دریا و سولفات دار کاهش یافته و ملات سیمان هنگام گرفتن گرمای بیشتری پس می‌دهد.

۲. سیلیس: در ترکیب با آهک، سیلیکات کلسیم می‌دهد و باعث دیرعرق کردن مواد در کوره می‌شود. اگر در سیمان، سیلیس جایگزین آهک شود، تاب ملات به کندی افزایش می‌یابد.

۳. اکسید آلمینیوم و اکسیدآهن: این دو در سیمان اثرگداز آور داشته و باعث ایجاد C4AF, C3A می‌شوند. سیمان با اکسید آهنِ زیاد، کندگیر می‌شود و رنگ تیره‌ای خواهد داشت. اگر اکسید آهن ثابت باشد و اکسید آلمینیوم افزایش یابد، ملات سیمان تندگیرتر می‌شود. اگر اکسیدآلمینیوم افزایش یابد، سیمان هنگام گرفتن گرمای زیاد پس داده و بیشتر جمع می‌شود.

اکسیدآلمینیوم در تاب ملات اثر گذاشته، امّا در سخت شدن آن اثر چندانی ندارد. چنانچه C4AF در سیمان جایگذین C3S شود، پایداری در برابر آب دریا و سولفات ها بیشتر شده و گرمای آزاد شده کمتر می‌شود.

٤. منیزی: نقش گداز آور دارد. اگر به صورت آزاد در ترکیبات سیمان باشد، به آرامی با آب ترکیب شده و ملات سیمان گرفته را می‌تر کاند. بنابراین مقدار آن نباید از ٥ درصد وزن سیمان بیشتر شود. منیزی خاصیت مناسب کاهش جمع شدگی ناشی از خشک شدن را داراست.

٥. قلیائی ها: نقش گداز آور دارند. اگر مقدار آنها در سیمان زیاد باشد، تنظیم زمان گیرش مشکل می‌شود. بنابراین مقدار آن نباید از ۱ درصد وزن سیمان بیشتر شود. اگر ملات و یا بتن، سیلیس آبدار (Opal، سنگ چخماق) داشته باشد، با قلیائی ها ترکیب شده و آب شیشه (سیکلیات سدیم و کالیم) ایجاد می‌کند، که در آب حل می‌شود و به بتن سیمانی و ملات آسیب می‌رساند.

٦. گوگرد: اندازهٔ گوگرد در سیمان پرتلند، تراس و آهنگدازی بستگی به سطح ویژهٔ آنها دارد. برای سطح ویژه ٤٠٠٠-۲۰۰۰، ۳/٥ درصد وزن سیمان و برای سطح ویژه بیش از ٤٠٠٠ حدود ٤ درصد وزن سیمان مجاز است.

هرچه آهک ترکیب شده در سیمان بیشتر باشد، تاب اولیه بیشتر می‌شود.سیمان سرباره تفاله آهنگدازی، آهک شکفته و ۱ درصد گرد سنگ گچ دارد و وزن ویژه آن ۲/۸ است. ملات کندگیری دارد و برای آب دریا و آب‌های سولفات دار مناسب بوده و مصرفش در جاهای نمناک بهتر از جاهای خشک است. هم چنین تاب اولیه کمی‌دارد. در ایران ۸۰-۷۰ درصد تفاله

آهنگدازی را با ۳۰-۲۰ درصد گرد آهک زنده مخلوط و برای کارهای بنّائی و اندود رومالی به مصرف می‌رسانند.

شرحی دیگر بر انواع سیمان

- سیمان پرتلند ضد سولفات:

پایدارترین سیمان در برابر نمک‌های سولفاتی بوده و که در آن ماکزیموم C3A به مقدار ۳ درصد و ماکزیموم AL_2O_3 به مقدار ۵ درصد است. برای این سیمان خاکرس مصرف نمی‌شود تا آلمینیوم سیمان کاهش یابد. این سیمان ترکیبی است از سنگ آهک، سیلیس و اکسیدآهن.

- سیمان پرتلند قلیایی:

یکی از انواع آن سیمان قلیائیِ سدیمی است. در ترکیبات این نوع سیمان سنگ آتشزنه Opal وجود دارد. وجود سنگ آتشزنه در بتن هنگام گرفتن، باعث ایجاد آب شیشه می‌شود. آب شیشه در دوغاب سیمان حل شده و باعث اخلال در گرفتن می‌شود. برای جلوگیری از اثر بد opal در بتن، سیمان قلیایی سدیمی مصرف نمی‌شود. سیمان قلیائی نباید بیش از ۰/۶ درصد، Na_2O داشته باشد.

- سیمان برقی:

سیمان برقی در برابر آب دریا، آب‌های سولفات دار و زمین‌های گچ دار مقاوم است. تاب اولیه بالایی دارد. سیمان برقی با سنگ آهک و سنگ بوکسیت ساخته می‌شود. بوکسیت، هیدروکسید آلمینیوم است که از آن برای ساختن آلمینیوم، زاج و آجر نسوز استفاده می‌کنند. بوکسیتی که اکسیدآهن زیاد و سیلیس کمی‌دارد، برای سیمان برقی مناسب است.

در کورهٔ تولید سیمان برقی، مواد اولیه را با گرمای ۱۶۰۰-۱۵۰۰ درجه یا با جرقه آب می‌کنند. سپس مواد رآ سرد کرده و دانه‌های آهن را با آهن ربا جدا کرده و باقیمانده را آسیاب می‌کنند. به سیمان برقی افزونه نمی‌افزایند. وزن ویژه سیمان برقی ۳/۲۵-۳ و وزن کیسه‌ای آن ۱/۴-۱/۲ است.

ملات سیمان برقی زودگیر بوده و تاب ۲۴ ساعتهٔ آن برابر تاب ۲۸ روزه سیمان پرتلند است. ملات سیمان برقی ورم نمی‌کند، زیرا آهک آزاد ندارد. می‌توان با افزودن ۱ درصد سنگ گچ، گیرش را به ۳۰ دقیقه کاهش داد. آهک شکفته نیز آنرا تندگیر می‌کند و آب قند یک در هزار آنرا کندگیر می‌کند. اگر آب قند بیش از این مقدار باشد، گرفتن مختل می‌شود. به سیمان برقی، سیمان نسوز هم گویند که اصطلاح درستی نیست. زیرا نسوزها باید در گرمای پائین‌تر از ۱۵۰۰ درجه آب نشوند. در حالیکه در سیمان برقی اینطور نیست.

- سیمان پرتلندرنگی:

برای رومالی جاهای نمناک (گرمابه) و ساخت آجر موزائیک مصرف می‌شود. آهن در سیمان سفید ۰/۰۰۸ وزن سیمان است. برای بیرنگ کردن سیمان سفید ۳ درصد وزن آن کلرورکالیم یا کلرورکلسیم می‌افزایند. برای سیمان رنگی ۱۰-۵ درصد مواد معدنی به کلینکر می‌افرایند.

- سیمان زودگیر،

سیمان پرتلند است که آلومیناتش زیاد است. ملاتش زود می‌گیرد و سفت می‌شود. برای استفاده در فصل زمستان مناسب است. برای ساخت سد باید از سیمان کندگیر استفاده شود. همچنین می‌توان از سیمان‌های آهنگدازی، پوزولانی و یا تراس که گرمازایی کمی‌دارند، استفاده کرد.

- سیمان ورم کن،

سیمانی است که آلومینات و سولفاتش زیاد است و هنگام گرفتن ورم می‌کند.

- سیمان بنّایی

که در اصل سیمان نبوده، بلکه جسم چسبنده ملات‌های آبی است که تاب فشاری ملاتشان ۲۰-۱۰ درصد تاب فشاری ملات سیمان پرتلند است. آهک شکفته و ماسه برای اندود رومالی جاهای نمناک مناسب است.

ملات با ماسه خاکدار برای مکان‌های خشک و در ساختمان‌های آجری و سنگی و نیز اندود رومالی مناسب است. ملات بنایی مخلوطی است از ۱۰۰ کیلوگرم سیمان پرتلند، ۲۰۰ کیلوگرم

گرد آهک شکفته، ۱/۲ متر مکعب ماسه که برای ساختمان آجری، سنگی و ملات رومالی استفاده می‌شود.

- سیمان طبیعی (تراس، پوزولان)

به صورت کفسنگ، پوکه سنگ و خاکستر آتشفشانی موجود هستند. دوغاب آهک یا سیلیس بلور نشده ی سیمان‌های طبیعی، ترکیب سیلیکات کلسیم داده که جسم چسبنده ملات‌های آبی است. هرچه سیلیس غیر بلوری‌تر باشد، سریعتر و بیشتر با آهک ترکیب می‌شود.

گرمازائی سیمان تراس کمتر ازسیمان پرتلند است. سیمان تراس در ساخت ساختمان‌های دریایی و زمین سولفاتی هم مناسب است. خاکسرخ لومار خاکی پخته شده در گرمای آتشفشان است.

گرد سنگ آهک به اضافه اجسام دیگر در سیمان پرتلند (اجسام بیگانه) باید بیش از ٦/۵ درصد نشود. وزن ویژه سیمان‌های پرتلند ۳/۲۵-۳ $\frac{ton}{m^3}$ است. وزن ویژه سیمان تراس و آهنگدازی از این مقدار کمتر است. وزن کیسه‌ای نلرزیده سیمان‌های پرتلند ۱/۲۵-۱ $\frac{ton}{m^3}$ است.

چسباننده‌های آبی و هوایی

در ادامه به توضیح چسباننده‌های آبی و هوایی پرداخته و سیمان را در این دسته بندی مشخص می‌کنیم.

چسباننده‌های آبی با آب ترکیب شده، دوغاب آنها در هوا و آب سفت شده و در برابر آب پایدار و سخت می‌مانند. باوجود اینکه گچ در نتیجه ترکیب با آب سفت می‌شود، ولی برای سخت شده نیازی به هوا ندارد و محصول بدست آمده در برابر آب مقاوم نیست. در نتیجه گچ جز چسباننده‌های آبی نیست. چسباننده‌های هوایی برای گرفتن، سخت شدن و سخت ماندن به هوا نیاز دارند.

اگر چه ملات آهک هوائی پس از سخت شدن در برابر آب پایدار است، چون موقع سخت شدن به CO_2 نیاز دارد، از گروه چسباننده‌های هوائی است.

مواد اصلی متشکله سیمان آبی: آهک، سیلیس، آلومین و اکسیدآهن.

سیمان پرتلند از اختلاط سنگ آهک و خاکرس به نسبت (٤-۳) به ۱ تشکیل شده است. روند تهیه شامل آسیاب کردن، مخلوط کردن به روش‌تر یا خشک، همگن کردن مواد در کوره تا مرز عرق کردن و آسیاب کردن کلینکر با سنگ گچ است.

برای تهیه سیمان رنگی از اکسیدآهن برای رنگ قرمز، زرد، قهوه‌ای و سیاه، اکسیدمنگنز برای رنگ سیاه و قهوه ای، کهربای خام و سوخته برای رنگ قهوه ای، اکسید و هیدروکسید کرم برای رنگ سبز و آبی، کبالت برای رنگ آبی، اولترامارین برای رنگ سورمه ای، دوده برای رنگ سیاه و گل اخرا برای رنگ زرد استفاده می‌شود. میزان مواد رنگی می‌تواند تا حدود ۵ تا ۱۰ درصد وزنی سیمان باشد.

سیمان طبیعی

دو نوع سیمان طبیعی داریم:

۱. سیمانی که از پختن سنگ‌های سیمانی طبیعت (marl) بدست می‌آید. دمای پخت این سیمان کمتر از سیمان پرتلند بوده و ترکیبی مشابه آن دارد. ترکیب شیمیائی آن نزدیک به آهک آبی است.

۲. سیمانی که از ترکیبات گرد باقیمانده آتشفشان با آب آهک بدست می‌آید.

خاکسترها، پوکه سنگ ها و کف سنگ‌های آتشفشانی که سیلیس آنها غیربلوری است به تنهایی چسبنده نیستند. در نتیجه آنها را عمل آورده و با آهک واکنش داده تشکیل سیمان آبی می‌دهند که در آب پایداراست. این مواد همان پوزولانها هستند.

سه دسته سیمان آمیخته داریم: سیمان پرتلند پوزولانی، سیمان پرتلند روباره آهنگداری و سیمان بنائی.

ذخیره سیمان فله فقط در سیلو مجاز است. ذخیره در رطوبت بالای ۹۰ درصد، به مدت ٦ هفته در کیسه و به مدت ۳ ماه در سیلو مجاز است.

***

نکاتی در مورد سیمان

تولید سیمان به روش‌تر باعث بالا رفتن هزینه می‌شود. در سازهٔ سد استفاده از سیمان تیپ ٤ مناسب است. کمترین مقدار سیمان که در بتن به کار می‌رود برای هر متر مکعب بتن حدود ٢٤٠ کیلوگرم است. تاب خمشی ملات استاندارد سیمان نوع ۵ بعد از ٢٧ روز در هوای نمناک ۵ $\frac{kg}{cm^2}$ است. بتن مگر بتنی با عیار سیمان کمتر از ١۵٠ است. تغییر نسبت آب به سیمان به مقدار بسیار زیادی در تغییر مقاومت بتن تأثیر دارد.

علت رنگ دودی سیمان پرتلند اکسیدآهن است. آب مورد نیاز برای هیدراتاسیون سیمان حدود ٢۵-٢٠ درصد وزن آن است. تاب فشاری ملات استاندارد سیمان نوع ٣ که یکروز در هوای نمناک مانده است، ١٢/۵ $\frac{kg}{cm^2}$ است.

برای یک مقاومت معین، اگر دانه بندی درشت باشد، مصرف سیمان کمتر است. افزایش دانه‌های سنگی باعث کاهش آبرفتگی (shrinkage) می‌شود. مقدار So_3 در کلینکر حدود ۵-٣ درصد است. وزن مخصوص بتن معمولی ٢/٣ است. وجود بیش از اندازه گچ در سیمان باعث گیرش کاذب می‌شود.

معمولی ترین نسبت آب به سیمان مصرفی در بتن ٠/٤ تا ٠/٧ است. در صورت یکسان بودن قیمت، اندود سطح بزرگ با سیمان سفید بهتر بوده و استفاده از سیمان تیپ ۵ در سازه دریایی مناسب‌تر است.

افت حرارتی را می‌توان به وسیله اندازه گیری انبساط ناشی از گرم شدن تعیین کرد. سیمان نوع ٤ آبرفتگی کمتری دارد. سیمان هوازا مقاومت شیمیائی بالائی دارد. سیمان هیدروفوبیک در مناطق با رطوبت زیاد، مناسب است.

وجودیون کلر در آب اختلاط خطر بیشتری را در نواحی مرطوب در مقایسه با نواحی خشک دارد. برای ساخت منبع آب آشامیدنی بتنی، بتن با سیمان کمتر و دورهٔ عمل آوری بیشتر مطلوب است. برای بتن نمایان نسبت وزنی آب به سیمان از ٠/۵۵ تجاوز نکند. C4AF در بتن به عنوان روانساز نیز عمل می‌کند. با سیمان پرتلند معمولی سیمان رنگی سبز نمی توان ساخت.

آب سخت، یون Mg^{++} و Ca^{++} دارد. تمام انواع سیمان به هنگام گرفتن منقبض می‌شوند. درصد وزنی سنگ آهک در تهیه سیمان پرتلند ۷۵ تا ۸۰ درصد است. تهیه جدول خیابان با سیمان تیپ ۱ مناسب و برای محل‌های گرم با امکان حمله سولفات ها، سیمان تیپ ۲ مناسب است.

آلومینات ها در ترکیب با آب سریعتر از سیلیکات ها عمل می‌کنند. بهترین و مشهورترین پوکه سنگ، پوزولان است. ترکیب شیمیائی سیمان سفید همانند سیمان پرتلند معمولی است. جزء اصلی سیمان‌های آمیخته، کلینکر سیمان پرتلند است. برای ساخت بتن رنگی می‌توان ۳ تا ۸ درصد وزن سیمان سفید، به آن مواد رنگی افزود. برای ساخت سیمان رنگی می‌توان ۵ تا ۱۰ درصد وزن سیمان به آن مواد رنگی افزود.

سیمان طبیعی از سه راه پختن سنگ سیمانی موجود در طبیعت، ترکیب گردهای آتشفشانی، ترکیب آب آهک بدست می‌آید.

درجه پخت سیمان‌های طبیعی کمتر از سیمان پرتلند است. حد مجاز سرباره کورهٔ آهنگدازی در تهیه سیمان پرتلند روباره، ۱۵ تا ۹۵ درصد بوده که این مقدار در ایران ۱۵ تا ۲۰ درصد است. منظور از سیمان‌های آمیخته، سیمان پرتلند پوزولانی، سیمان پرتلند روباره آهنگدازی و سیمان بنائی است.

سیمان تراس ایران ترکیبی است از ۷۵ درصد وزنی کلینکر سیمان پرتلند و ۲۵ درصد وزنی نرمه سنگ تراس و سنگ گچ. تاب سیمان بنائی ۱۰ تا ۲۰ درصد سیمان پرتلند است. سیمان بنائی ترکیبی است از ۵۰ درصد کلینکر سیمان و ۵۰ درصد سنگ آهک مرغوب و نیز سنگ گچ و مواد افزودنی دیگر. بعضی اوقات برای تهیه سیمان بنائی، آمیخته‌ای از سیمان پرتلند، آهک مرده و مواد افزودنی نیز استفاده می‌شود.

ملات سرخی که نوعی سیمان بنایی است، ترکیبی از گرد آهک شکفته و گرد آجر است.

برای مقابله با محیط سولفاتی قوی: استفاده از سیمان پرتلند پوزولانی با بیش از ۲۵ یا ۱۵ درصد پوزولان به علاوه سیمان تیپ ۲ و ۳ مناسب است. برای مقابله با محیط سولفاتی قوی همراه یون کلر: می‌توان از سیمان پرتلند سرباره با بیش از ۵۰ درصد سرباره و نیز سیمان پرتلند

پوزولانی با بیش از ٤۰ درصد پوزولان استفاده کرد. برای مقابله با حملهٔ ضعیف سولفات ها: سیمان تیپ ۲ و سیمان پرتلند سرباره با ۱۵ تا ۲۵ درصد سرباره یا سیمان پرتلند پوزولانی با ۱۵ تا ۲۵ درصد پوزولان مناسب است.

حجم آب موقع یخ زدن ۹ درصد افزایش می‌یابد. در مناطق خشک حداکثر ۱۲ عدد پاکت سیمان را می‌شود روی هم قرار داد، به شرطی که ارتفاع آن از ۱/۸ متر بیشتر نشود. دانه‌های کلینکر در ۱۲۰۰ درجه شکل می‌گیرند.

سیمان زودگیر سیمانی است که آلومیناتش زیاد باشد. سیمان چاه کنی ممکن است به صورت مخلوطی از سیمان پرتلند با سیمان‌های طبیعی باشد. سیمان تراس برای آب بندی سدها مناسب و در برابر حمله سولفاتها مقاوم بوده و حرارتزائی کمی‌دارد. منیزی (MgO) باعث کاهش جمع شدگی ناشی از خشک شدن و ترک خوردگی در بتن می‌شود. سیمان نوع ٤، C2S زیاد دارد. C4AF گدازآور است.

مهمترین و مطمئن ترین عامل در مقاومت زائی سیمان نرمی آن است. میل شدید ترکیب با آب در سیمان به علت C3A است. هیچ دانه‌ای از سیمان با قطر بیش از ۵ میکرون خاصیت گیرش و مقاومت ندارد. نام دستگاه آزمایش مقاومت بتن فیکاد است. نرمی‌دانه‌های سیمان را با آزمایش بلین می‌سنجند. مهمترین ویژگی سیمان در بتن تأمین مقاومت و تاب فشاری است. C3A در سیمان نوع ۲ کم است. برای آبگیری کامل نسبت آب به سیمان ۰/٤ است. C3S در تحمل تاب فشاری بیشترین تأثیر را دارد.

بتن

سیلیس و آلومینای فعال موجود در خاکستر و رس با آهک ترکیب شده و سیمان تولید می‌کند. بتن از آمیختن نسبت متناسبی از سیمان، سنگدانه و آب به دست می‌آید.

خواص بتن مانند دوام، مقاومت کششی، نفوذناپذیری، مقاومت در برابر سایش و مقاومت در برابر سولفات ها است.

بتن، مقاومت فشاری بالائی دارد و برای ستون و قوس ها که تحت فشارند، مناسب است. بتن همراه با فولاد را بتن مسلح یا بتن آرمه گویند. ضریب انبساط حرارتی بتن و فولاد تقریباً یکسان است و رفتار مشابهی دارند. در نتیجه در اثر تغییرات دما لغزش بین فولاد و بتن روی نمی‌دهد.

تأثیر سیمان روی مقاومت بتن مهمتر از مقدار بتن است. سیمان ماده‌ای متشکل از مواد آهکی مثل سنگ آهک و سایر مواد شامل AL_2O_3 , SiO_2 یعنی رس ها و شیل هاست. وقتی اصطکاک در بتن مهم باشد، استفاده از سنگدانه‌های گرانیتی بهتر است و درجه سختی سنگدانه ها نباید کمتر از ۳ باشد. سنگدانه‌ها نباید متخلخل باشند و وزن فضائی آنها باید بیش از ۱/۵ $\frac{ton}{m^3}$ باشد. کاربرد ماسه سست (ماسه شیستی و یا آهکی) باعث تضعیف شدن قطعه بتنی می‌شود.

مقدار سیمان، نوع سیمان و کیفیت سیمان بر مقاومت بتن تأثیرگذار است. کمترین مقدار سیمان، سنگدانه ها را اندود کرده (کمتر از این مقدار، عدم چسبندگی را به دنبال دارد) و بیشترین مقدار سیمان فضای خالی بین سنگدانه ها را پر می‌کند. (بیشتر از این مقدار غیر اقتصادی است) با افزایش مقدار سیمان مقاومت فشاری و ضریب الاستیسیته ی آن نیز افزایش می‌یابد.

نوع بتن	مقدار سیمان در یک متر مکعب بتن	مقاومت ۲۸ روزه بتن بر حسب مقدار مجاز
I	٤٥٠	۳۵۰
II	۳۵۰	۲۸۰
III	۳۰۰	۲۱۰
IV	۲۷۵	۱۷۵
V	۲۵۰	۱٤۰
VI	۱۵۰	
VII	۱۰۰	

جدول۱. مقایسه مقدار سیمان در بتن و مقاومت انواع بتن

سنگدانه ها ۷۵ درصد(در آئین نامه ۷۰ درصد ذکر شده است) حجم بتن را تشکیل می‌دهند. سنگدانه ها باید توپر بوده و کمترین جای خالی و بیشترین وزن فضائی را داشته باشند.

دانه بندی سنگدانه ها باید خوب و پیوسته باشد. دانه بندی باید طوری باشد که ۹۵ درصد آن از الک ٤/۷٦ میلیمتری (الک شماره ٤) و تمام دانه‌های آن از سرند با سوراخ ۹/۵ میلیمتری عبور کند. دانه بندی شن برعکس ماسه است. یعنی ۹۰ درصد آن روی الک ٤/۷٦ میلیمتری باقی مانده و قطردانه‌های آن برای بتن متعارف از ۷۰ میلیمتر تجاوز نکند. مقاومت سنگدانه باید از مقاومت بتن بیشتر باشد.

مقاومت کم سنگدانه ها، ناشی از ضعف ذرات یا عدم وجود چسبندگی بین ذرات است. متوسط مقاومت فشاری سنگدانه ها باید ۲۰۰-۸۰۰ $\frac{kg}{cm^2}$ باشد.

ذرات لای و رسی همراه با ماسه طبیعی نباید بیش از ۳ درصد حجم آن باشد. این مقدار برای ماسهٔ شکسته تا ۱۰ درصد حجم، مجاز است. ذرات لای و رسی باعث کاهش تاب بتن می‌شود. شست و شوی ذرات نباید باعث جدائی ریزدانه ها از درشت دانه ها شود، زیرا باعث بهم

خوردن پیوستگی دانه‌های سنگی می‌شود. سختی یا مقاومت در برابر سایش، یکی از مهمترین خصوصیات مورد استفاده در روسازی‌های بتنی است.

خاک رس، مواد قلیایی، سنگ گوگردی و اجسام نباتی و آلی باعث ایجاد اختلال در خودگیری بتن می‌شوند. آبِ مناسب برای بتن باید طوری باشد که موجب زنگ زدگی میلگردها نشود، جلبک نداشته باشد، زیرا باعث کاهش مقاومت بتن می‌شود و ph آن بین ٦ تا ٨ باشد.

عمل آوری بتن، به سلسله اقداماتی گفته می‌شود که برای تکمیل و پیشرفت هیدراتاسیون صورت گرفته و موجب افزایش مقاومت بتن می‌شود.

این عوامل بر مقدار آب در بتن مؤثرند: غلظت بتن، درشتی سنگدانه ها، نمناکی سنگدانه ها، شکل سنگدانه ها، آب و هوا، مقدار سیمان مصرفی و نوع قالب.

هر چه بتن غلیظ تر، سنگدانه نمناک‌تر و درشت‌تر و صاف تر، کره‌ای و محیط مرطوب‌تر و کم بادتر و سیمان کمتر باشد، به مقدار آب کمتری نیاز است.

ایده آل ترین کار در تولید بتن این است که مقدار آب مخلوط را تا حداقل ممکن پائین بیاوریم و در ضمن باید بتن تولید شده نیز به اندازه کافی پلاستیک باشد.

برای بتن معمولی مقدار آب باید بین ٤٢ تا ٥٦ لیتر در ۱۰۰ کیلوگرم سیمان باشد.

دسته بندی بتن

با توجه به میزان آب مصرفی سه نوع بتن تولید می‌شود:

بتن سفت که ملاتش از ماسه شسته نمناک تر، به صورت دانه دانه بوده و متراکم کردن بیشتری نیاز دارد. از این نوع بتن برای ساخت بلوک بتنی استفاده می‌شود که به سختی باید لرزانده شود.

بتن خمیری سفت که ملاتش خمیری بوده و برای تراکم باید آنرا لرزاند. این نوع بتن برای تولید بتن مسلح است.

بتن شل که بیشتر مصرفش در بتن‌های محافظتی (اطراف ستون‌های فلزی و...) است.

مقدار آب بتن را به دو صورت، مشخص می‌کنند:

۱. نسبت آب به وزن سیمان؛

۲. نسبت آب به مجموع وزن سیمان و مصالح سنگی؛

برای کم کردن هر ۱ درصد فضای خالی در بتن در هر مترمکعب باید ۳ لیتر از آب آن را کم کرد. برای اندازه گیری آب مورد نیاز در بتن آزمایش وارفتگی یا اسلامپ انجام می‌شود. وارفتگی یا اسلامپ بتن سفت ۵-۲/۵ سانتیمتر، بتن خمیری ۱۰-۷/۵ سانتیمتر و بتن شل ۱۷/۵-۱۵ سانتیمتر است.

وزن فضائی بتن به نوع دانه‌های آن و تراکم آنها بستگی دارد. سنگدانه‌های سبک تاب مکانیکی کمتری دارند. دامنه وزن فضائی بتن ۵-۰/۳ $\frac{ton}{m^3}$ است. وزن فضائی بتن سبک ۱/۶-۰/۳ $\frac{ton}{m^3}$ و وزن فضائی بتن سنگین ۵-۱/۸ $\frac{ton}{m^3}$ است. میزان تخلخل در بتن ۲۵-۸ درصد بوده که هر چه تخلخل بیشتر باشد، مقاومت و ضریب هدایت حرارت کمتر و بتن عایق‌تر است. یخ زدن باعث انبساط و ترکیدن بتن می‌شود. مقاومت در برابر فشار نشان دهنده مرغوبیت بتن است. آزمایش فشار بر روی نمونه مکعبی، استوانه‌ای یا مکعب مستطیلی انجام می‌شود. مقاومت کششی بتن بسیار کم و حدود ۱۱۰ تا ۱۲۰ $\frac{kg}{cm^2}$ است.

در بتن مسلح، فولاد، مانع از تقلیل حجم بتن در اثر انقباض می‌شود. بر اثر انقباض در دوران خودگیری، ترک هایی در بتن ایجاد می‌شود که مقاومت کششی را به صفر می‌رساند. مقاومت برشی قطعه بتنی ۱/۵ تا دو برابر مقاومت کششی آن است.

تأثیر اسیدها بر بتن باعث تبدیل بتن به ترکیبات کلسیم می‌شود. در شرایط مرطوب، CO_2 ، SO_2 و دیگر بخارات اسیدی موجود در هوا باعث تحلیل قسمتی از سیمان و تبدیل آن به تودهٔ نرم و خمیری می‌شود که بیشتر در نواحی صنعتی رخ می‌دهد. محلول رقیق ۱۰ درصد بازها بر بتن اثر ندارد.

ترکیبات آهک باعث سفیدک می‌شود. رسوب سفید روی سطح بتن، کربنات کلسیم و سولفات کلسیم است.

برای ساختن بتن معمولاً ۱/۲ متر مکعب شن و ماسه و سیمان و آب بـه نـسبت تعیین شـده استفاده می‌شود.

مدت مخلوط شدن در بتن حداقل ۲ دقیقه و حـداکثر ۲۰ دقیقـه و در مـلات ۳ تـا ۱۰ دقیقـه است. مدت اختلاط در بتن از لحظه‌ای که آب وارد منبع شده تا یک مترمکعب ۲ دقیقه، و اضـافه بر آن برای هر مترمکعب ۱۵ ثانیه اضافه می‌شود.

بتن ریزی به طور مستقیم با دمپر و فرغون و... انجام می‌شود. (اگر ارتفاع زیاد باشـد، جـدائی دانه پیش می‌آید)ارتفاع بتن ریزی بیش از ۱ متر نباشد. در بتن ریزی غیرمستقیم از واسطه (پمپ، ناودانی و تسمه رونده) استفاده می‌شود که شیب ناودانی بایـد از ٤٥ درجـه و طـول آن از ۳ متـر کمتر باشد.

در بتن ریزی تزریقی، شن و ماسه در قالب بتن را توسط پمپ تزریق می‌کننـد. مـورد اسـتفاده آن در پی‌های خاص، روکش داخل تونـل، مرمـت سـد و... اسـت کـه در ایـن صـورت افـت و انقباض‌های خطرناک و زیان آور کاسته می‌شود.

اثرات دمای هوا بر بتن

از اثرات هوای گرم بر بتن، افزایش آب مـورد نیـاز، کـاهش اسـلامپ، سـریع سـخت شـدن، افزایش ترک خمیری در بتن و کاهش دوام آن است. در بتن ریزی باید آب مصرفی گرم نباشد و دمای سیمان کم باشد. در سدسازی به علت بالا بودن عیار سیمان، دور قالب را لولـه کـشی گـاز فرئون می‌کنند.

هوای سرد در بتن ریزی به هوایی اطلاق می‌شود که بیش از سه روز متـوالی، متوسـط درجـه حرارت روزانه از ۵ درجه کمتر باشد. اگر بیش از نیمـی از روز دمـای محـیط بـالای ۱۰ درجـه باشد، هوا سرد تلقی نمی‌شود. در هوای سرد، بتن تیپ ۳ و استفاده از پتوی عایق حرارتـی بـرای قالب توصیه می‌شود. وقت بتن ریزی دمای هیچ قسمت از بتن سازه از ۱۰ درجه کمتـر نباشـد و تا ۵ درجه به عنوان حداقل مجاز در نظر گرفته شده است.

در حرارت زیر صفر، می‌توان مصالح را تا بالای ۱۵ درجه و در صورت لزوم آب را تا ۶۰ درجه گرم کرد. اگر امکان افت دما به پایین‌تر از حد مجاز (هنگام ریختن بتن) باشد، بتن ریزی باید متوقف شود.

بعد از بتن ریزی تخلیه هوا و تراکم بتن انجام می‌شود. تراکم به وسیله کوبیدن بتن توسط تخماق یا میله و یا ضربه زدن به قالب انجام می‌شود. هوائی که از لرزاندن بتن به صورت کف بالا می‌آید را شیر بتن گویند. اگر عمل ویبره کردن برای لرزاندن بتن و خروج هوا کم باشد، فضای خالی در بتن ایجاد می‌شود و اگر زیاد باشد، باعث جدائی دانه ها می‌شود. ویبراتور را نباید به قالب تکیه داد، زیرا باعث حرکت آن و ایجاد فضائی خالی بتن معمولی می‌شود.برای بتن معمولی عمل ویبره ۰/۵ تا ۱ دقیقه انجام می‌شود.

عمل آوری بتن از افت رطوبت جلوگیری و دما را حفظ می‌کند و همچنین باعث کاهش نفوذپذیری و مقاومت بتن در برابر یخ بندان می‌شود. عمل آوری بتن بلافاصله بعد از تراکم آغاز می‌شود. برای جلوگیری از سوختن بتن تا یک هفته و بیشتر سطح آنرا مرطوب نگاه می‌دارند. بارندگی روی سطح بتن، باعث آبله رو و کرمو شدن آن می‌شود. در هوای سرد تا ۷ روز روی بتن آب گرم می‌ریزند تا از یخ زدن جلوگیری کنند.

خواص قالب بتن

قالب باید بتواند وزن خود، وزن بتن و بارهای زنده احتمالی را تحمل کند. هزینه قالب ۶۰ - ۳۵ درصد هزینه سازهٔ بتنی است. چوب قالب بندی باید از نوع روسی اطریشی یا جنگلی ایرانی، بدون تاب خوردگی و گره با حداقل ضخامت ۲۵ میلیمتر باشد. اگر برای قالب ها، مواد سخت، براق و نفوذ ناپذیر مثل فولاد، پلی استر تقویت شده با الیاف شیشه (GRP) یا تخته چندلا با روکش پلاستیکی استفاده کنند، بافت سطوح نهائی بهم می‌ریزد، زیرا انقباض سطح بیرونی و درونی بتن برابر نیست. اگر بتن به خوبی ویبره نشده باشد، باعث ایجاد تخلخل در بتن می‌شود.

در قسمتی که جذب آب قالب ناهمگن باشد، تفاوت رنگ دائمی ایجاد خواهد شد. اگر از موادی که کمی جاذب آب هستند استفاده شود (مانند چوب و پلی استایرن)، سوراخ‌های سطح

بتن کاهش می‌یابد. پولیش با ساب‌های کربوراندم سطحی براق ایجاد و رنگ پرکننده بتن را نمایان می‌کند.

برای ایجاد دانه بندی نمایان از روش‌های زیر استفاده می‌کنند:

۱. سنگریزها را چیده و بتن را روی آنها می‌پاشند؛

۲. بتن را ریخته و سپس سنگدانه ها را در آن فرو می‌کنند؛

۳. بتن جدید درشت دانه برای رویه ساخته و روی سطح قبلی بتن می‌پاشند.

نباید سطح بتن را بیش از ۱۳ درصد اندازه سنگدانه تراشید، زیرا خطر جدا شدن دانه ها پیش می‌آید. زمان ماندن قالب ها بعد از بتن ریزی در موارد متعدد به صورن زیر است:

سیمان مصرفی	قالب دیوار، ستون و اطراف تیرها	قالب سقف	قالب پایه‌های تیرها و سقف با دهنه بزرگ
۳۰۰	۳ روز	۸ روز	۲۱ روز
۳۵۰	۲ روز	۷ روز	۱۸ روز

جدول۲. مقایسه زمان ماندن قالب در بخش‌های مختلف ساختمان

سطوح نمایان معمولاً در داخل قالب هایی از جنس فولاد، آلمینیوم، تخته چندلایی، پلاستیک مسلح، تخته فیبری سخت ایجاد می‌شوند.

دسته بندی بتن بر اساس وزن

انواع بتن شامل بتن سبک و سنگین است:

- بتن سبک: سنگدانه سبک و مقدار زیادی هوا و گازهای سبک در آن وجود دارد. با وزن فضائی ۳۰۰ تا ۱۶۰۰ $\frac{kg}{m^3}$ (یا ۱/۶-۰/۳ $\frac{ton}{m^3}$) برای ایزولاسیون حرارتی، شیب بندی وساخت قطعات سبک استفاده می‌شود.

– بتن سنگین: وزن فضائی ۱۸۰۰ تا ۵۰۰۰ $\frac{kg}{m^3}$ (یا ۵–۱/۸ $\frac{ton}{m^3}$) که برای بتن مسلح، کف سازی و پی کاربرد دارد.

دانه‌های طبیعی بتن سبک دارای وزن مخصوص ۲۲۰۰ تا ۲۵۰۰ $\frac{kg}{m^3}$ هستند. اگر نیاز به وزن مخصوص کمتر از ۲۰۰۰ نیاز باشد، از بتن کم وزن استفاده می‌شود.

تفاوت بتن چگال و کم وزن در موارد زیر است:

بتن سبک، نارسایی حرارتی بیشتر و مقاومت فشاری کمتری دارد. در مقابل آتش مقاوم‌تر است و صدای پر بسامد را بهتر جذب می‌کند، ولی نارسائی صوتی آن کم است. همچنین بتن سبک قابل برش دادن بوده و وزن ساختمان را کمتر می‌کند و فشار کمتری بر قالب سازی وارد می‌کند. در حالیکه بتن سنگین این خصوصیات را نداشته و برای سازه ی ساختمان مصرف می‌شود.

سه دسته بتن سبک وجود دارد:

بتن با مواد پرکننده سبک، بتن گازدار یا حبابدار، بتن خشن یا بتن بدون ذرات ریز.

۱. بتن با مواد پرکننده سبک:

از محصول فرعی (و گاهی محصول اصلی مانند پلی استایرن) بعضی کارخانجات است که برای تهیه بتن سبک استفاده می‌شود.

از جمله این محصولات فرعی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

– پودر خاکستر سوخت یا دوده؛

– پوکهٔ سرباره آهنگدازی؛

– پوکه رسی (پوکه صنعتی)؛

– پرلیت منبسط شده: پرلیت نوعی سنگ آتشفشانی شیشه‌ای است. بتن تولید شده با این پر کننده عایق حرارتی خوبی بوده، مقاومت فشاری کمی‌دارد و بر اثر خشک شدن، زیاد منقبض می‌شود.

– ورمیکولیت منبسط شده: ورمیکولیت نوعی کانی مانند میکا و لایه لایه است. در اثر لایه لایه شدن ۳۰ درصد افزایش حجم دارد و دارای خصوصیات پرلیت است.

– پلی استایرن منبسط شده: دارای بالاترین درجه نارسائی گرمائی و کمترین مقاومت فشاری است. بتن این ماده(DBAC) به عنوان عایق حرارتی استفاده می‌شود.

۲. بتن حباب دار:

از مواد کف ساز یا پودر آلمینیوم تهیه می‌شود. وزن مخصوص آن ۱۶۰۰-۴۰۰ $\frac{kg}{m^3}$ و مقاومت فشاری آن بین ۱ تا ۱۰ $\frac{kg}{cm^2}$ است. در این نوع بتن و بتن هایی با چگالی پائین، انقباض خشک شدن بیشتر از بتن‌های سنگین و در حدود ۳ درصد است. ولی در عوض هدایت گرمائی ۰/۱ بوده که نارسانای خوبی هستند. بلوک پخته شده در کارخانه با این بتن، انقباض اندکی دارد و مقاومت فشاری آنها از بتن حبابدار ریخته شده در کارگاه بیشتر است. بتن حبابدار در مقابل یخبندان مقاوم است. سطح این نوع بتن را باید پرداخت کرد، تا جذب آب آن کمتر شود. این نوع بتن کارائی بالا داشته و به راحتی بریده می‌شود.

۳. بتن بدون ریزدانه:

دانه بندی یکنواخت داشته و با خمیر سیمان تهیه می‌شود. از پرکننده ماسه، شن یا بتن سبک در تهیه این نوع بتن استفاده می‌شود. خمیر ایجاد شده را نباید لرزاند، زیرا ایجاد فضای خالی می‌کند. این نوع بتن زیاد منقبض نمی‌شود. نارسائی گرمائی بیشتری از بتن چگال داشته و سطح نهائی آن برای جلوگیری از نفوذ آب نیاز به پرداخت دارد. اگر بتن ریزدانه با یک ماده پرکننده چگال ساخته شود، برای فضای در معرض باد مناسب است.

انواعِ دیگر بتن نیز به صورت زیر برای کاربریٔ‌های مختلف مصرف می‌شود:

برای بهبود خواص بتن و مسلح کردن آن از الیاف استفاده می‌شود. الیاف فولادی و پلی پروپلین به عنوان مسلح کننده برای دال کفی در معرض ترافیک سنگین، مناسب است و انقباض و ترک را کم می‌کند، مقاومت بتن خشک شده را در برابر خرد شدن و سایش افزایش می‌دهد. الیافت کوتاه پلی پروپلین بعد از کربناسیون احتمال فرسودگی ندارند، در نتیجه در برابر ضربه

مقاومند. الیاف فولادی گران‌تر از الیاف پروپروپلین هستند. الیاف پلی پروپلین را به اندازه ها ٠/٢ درصد وزنی (٥ درصد حجمی) و فیبرهای فولادی را به اندازه ٤-٣ درصد وزنی به مواد اولیه بتن اضافه می‌کنند.

با استفاده از لاستیک، استایرن و بوتادین، بتن پلیمر می‌سازند. پلیمرها مقدار نفوذ آب و CO_2 را کم می‌کنند. از لاستیک خام و آکریلیک به علت چسبندگی بالا برای تعمیر بتن صدمه دیده و از بعضی نوع این بتن ها برای پر کردن و درست کردن لکه و سوراخ ایجاد شده در اثر ضربه در نمای بتنی استفاده می‌کنند.

بتن مسلح

بتن مسلح در برابر فشار مقاوم بوده و مقاومت آن در برابر خرد شدگی ٤٠-٢٠ $\frac{kg}{cm^2}$ و در بتن محکم ١٠٠ $\frac{kg}{cm^2}$ است. مقاومت کششی بتن مسلح ١٠ درصد مقاومت فشاری آن است. در بتن مسلح نیروی کششی و برش به فولاد منتقل می‌شوند، به طوریکه کشش به میلگرد طولی و برش به خاموت منتقل می‌شود. همچنین خاموت وظیفه ی ثابت نگه داشتن میلگرد طولی در بتن را دارد. میلگرد آجدار را از فولاد با مقاومت بالا، توسط نورد گرم و میلگرد تابیده آجدار را به طریق آهنکاری سرد می‌سازند. حداقل مقاومت متوسط فولاد با مقاومت بالا ٤٦٠ $\frac{kg}{cm^2}$ (تقریباً دو برابر فولاد معمولی که مقاومت آن ٢٥٠ $\frac{kg}{cm^2}$) است. لایه زنگ روی میلگرد را که معمولاً در اثر نگهداری در کارگاه ایجاد می‌شود، نباید برداشت، زیرا باعث تضعیف میلگرد می‌شود. آج در میلگرد باعث چسبندگی بهتر فولاد با بتن می‌شود. در بتن مسلح نباید از کلرید کلسیم (نوعی ماده زودگیر) استفاده کرد.

محیط قلیائی قوی داخل بتن (بر اثر سیمان هیدراته) فولاد را حفظ می‌کند. سطح بتن بر اثر کربناسیون، خاصیت قلیائی خود را از دست داده و باعث عدم محافظت فولاد می‌شود. استفاده از فولاد ضد زنگ یا گالوانیزه با پوشش اپوکسی برای مقابله با زنگ زدگی مناسب است. عمق

کربناسیون به نفوذپذیری بتن، مقدار رطوبت و ترک خوردگی در سطح بتن بستگی دارد و می‌توان کربناسیون را با پوشش محافظتی کاهش داد.

دستگاه پوشش سنج، دستگاهی است که کاور بتن را اندازه می‌گیرد. اگر فولاد بتن در وضع پوسیدگی باشد، می‌توان از محافظت کاتدیک با جریان پیوسته استفاده کرد که بتن کربناته را دوباره قلیائی می‌کند.

پیش تنیدن بتن

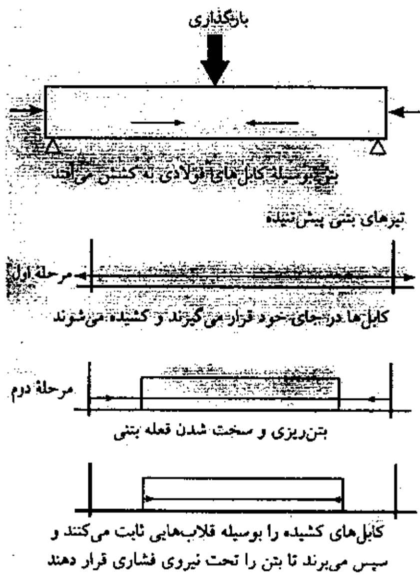
پیش تنیدگی مقاومت کششی بتن را افزایش می‌دهد، به طوریکه در بتن فشار ایجاد می‌کند و در این صورت با اعمال نیروی کششی زیاد، بتن همچنان در فشار باقی خواهد ماند. دو نوع پیش تنیدگی داریم:

۱. پیش کشیدن: کابل آزاد موجود در قالب را می‌کشند. بتن را ریخته و سپس کابل را رها کرده و بتن دچار فشردگی می‌شود. دال کف را با این روش تولید می‌کنند. (کابل ها قبل از بتن ریزی کشیده می‌شوند)

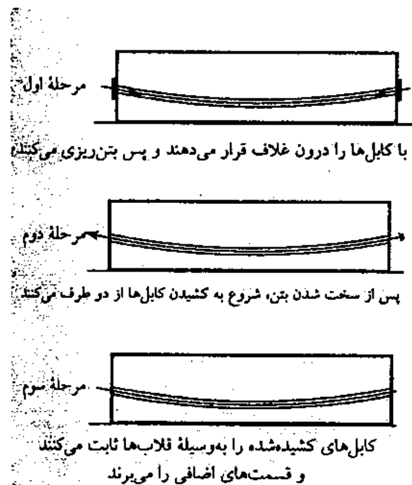
۲. پس کشیدن: کابل ها داخل غلاف درون بتن قرار دارند. بعد از بتن ریزی کابل ها را کشیده و رها می‌کنند. سپس فضای خالی داخل غلاف را با دوغاب پر می‌کنند. (کابل ها بعد از بتن ریزی کشیده می‌شوند)

جنس غلاف ها در روش پس کشیده از آهن گالوانیزه یا پلیتن سنگین است و می‌توان کابل ها را خم کرد تا در مسیر تنش قرار گیرند. برتری روش پس کشیدن بر پیش کشیدن این است که می‌توان کابل ها را خمیده کرد تا در مسیر تنش قرار گیرند، همچنین استفاده از بتن پیش فشرده جلوی جابجایی سازه‌ای را نمی‌گیرد.

کیفیت بتن کارگاهی به قالب بتن بستگی زیادی دارد.



شکل ۱. پیش کشیدن بتن



شکل ۲. پس کشیدن بتن

مواد افزودنی بتن

۱. تسریع کننده: مقاومت اولیه بتن را بالا می‌برد. در بتن ریزی هوای سرد و کارهای تعمیراتی مصرف می‌شود. کلرور کلسیم از جمله این مواد است که نباید در بتن مسلح استفاده شود.

۲. کندگیر کننده: برای بتن ریزی در هوای گرم مناسب اند.

۳. حباب ساز: باعث بالا بردن دوام بتن در برابر یخ زدن، باعث آب بندی و کاهش نفوذپذیری بتن شده و افزایش کارائی بتن را به دنبال دارد. به صورت ساچمه غلطان باعث روان شدن بتن می‌شود.

٤. کاهنده آب: مواد کاهنده آب به سه طریق باعث بهبود خواص بتن می‌شوند:

الف. با کاهش نسبت آب به سیمان، باعث حفظ کارائی ورسیدن به مقاومت بالاتردربتن می‌شوند.

ب. افزایش کارائی با حفظ نسبت آب به سیمان که باعث سادگی بتن ریزی در مقاطع پر آرماتور و موقعیت‌های غیرقابل دسترسی می‌شوند.

ج. باعث کاهش مصرف سیمان با حفظ کارائی شده، در نتیجه کاهش حرارت ناشی از هیدراتاسیون را به دنبال دارد.

استفاده از این مواد باعث پیدایش بار منفی در سیمان و پراکندگی بهتر سیمان شده و حباب هوا نمی تواند به سیمان بچسبد.

۵. افزودنی معدنی: پوزولان طبیعی، خاکستر بادی و ... از جمله افزودنی‌های معدنی هستند. پوزولان گاهی اوقات برای کاهش درجه حرارت داخلی بتن افزوده می‌شود. آهک هیدراته یا پودر سنگدانه نوعی افزودنی خنثی بوده که به منظور افزایش کارایی دوغاب و ملات و نه به علت افزایش مقاومت استفاده می‌شود.

٦. افزودنی‌های دیگر: افزودنی‌های چسبنده مانند امولسیون پلیمری لاستیک خام برای کارهای تعمیراتی.

***

مواد افزودنی بتن بر اساس آئین نامه به شرح زیر است:

۱. مواد حباب ساز:

سبب کاهش نسبت آب به سیمان، کارائی بهتر، جلوگیری از جدا شدن مواد و رو زدن شیره بتن می‌شود. با ایجاد حباب به قطر ۵۰ میکرون سبب پایداری بتن از یخ زدگی شده و تأثیر چندانی بر کاهش مقاومت فشاری ندارد. بلکه چون نسبت آب به سیمان را کاهش می‌دهد، موجب افزایش مقاومت هم می‌شود. بتن با این مواد نفوذ ناپذیرتر از بتن معمولی بوده و در برابر سولفاتها مقاوم‌تر است. در موقع استفاده از حباب سازها می‌توان از پایدار کننده‌های حباب هم استفاده کرد. حجم حباب هوای وارد شده در بتن ۸-٤ درصد است.

مواد حبابساز شامل صمغ طبیعی، چوب، چربی حیوانی یا نباتی، اسیدهای چرب، صابون ها و پاک کننده ها است.

۲. مواد کاهنده آب:

سبب تأخیر در گیرش بتن شده، یا تسریع کننده اند. گروهی هم حباب سازند و باعث افزایش مقاومت بتن می‌شوند. همچنین باعث کاهش خطر آب انداختن و جدائی دانه ها شده و با مقدار سیمان و اسلامپ پائین، باعث افزایش مقاومت بتن می‌شوند.

انواع مواد کاهنده آب شامل اسیدهای لینگوسولفونیک یا هیدروکسی کربوسیلیک و نمک آنها است.

۳. مواد کندگیر کننده: باعث کاهش تأثیر هوای گرم بر گیرش بتن و طولانی کردن زمان گیرش در بتن ریزی حجیم می‌شوند. مصرف این مواد، مقاومت اولیه بتن را می‌کاهد.

از معمول ترین کندگیر کننده ها سولفات کلسیم است. اغلب کندگیر کننده ها کاهنده آب و حبابساز هم هستند. کندگیر کننده ها شامل پودر شیر کم چربی(۰/۱ این پودر کم اثر بوده، ولی ۰/۲ تأخیر ۷۲ ساعته ایجاد می‌کند)، انواع نشاسته، کلرورهای آمونیوم، اکسی کلرورها، برات و تارتارات کلسیم و بی کربنات‌های قلیائی است.

٤. مواد تسریع کننده: کلرورکلسیم متداولترین ماده تسریع کننده است و تأثیر چندانی در پائین آوردن درجه حرارت یخ زدن بتن ندارد. مقدار کلرور کلسیم نباید از ۲ درصد وزنی سیمان در

بتن غیرمسلح تجاوز کند. مصرف آن به خاطر یون کلر در بتن مسلح و یا بتن در معرض آب و خاک سولفاته ممنوع است.

انواع تندگیر کننده شامل در صدهای معینی از سولفات‌های سدیم و پتاسیم، هیدروکسیدهای سدیم و پتاسیم و فرمات کلسیم و سدیم است. گاهی اوقات فرمات کلسیم با مواد بازدارنده خوردگی مثل نیترات ها، بنزوات ها و کرومات ها مخلوط شده اند.

نیترات کلسیم هم تندگیر کننده است. تندگیر کننده ها برای فصول سرد مناسبند، ولی به هر حال اجتناب از این مواد برای سلامتی بتن بهتر است.

۵. مواد پوزولانی: مواد سیلیسی یا سیلیسی-آلومینی بوده که خود چسبنده نیستند، ولی در مجاورت هیدروکسید کلسیم، سولفات کلسیم و سیمان پرتلند فعال شده و شبه سیمان درست می‌کند. مواد پوزولانی طبیعی شامل چرت‌های اپالینی، شیل ها، توف ها، پامیس ها و خاک دیاتومه است و مواد پوزولانی مصنوعی شامل سرباره کوره آهنگدازی، خاکستر زغالسنگ نرم شده، خاکستر نرم و دودهٔ سیلیس است.

مواد پوزولانی باعث کم شدن حرارت آبگیری سیمان، آب بندی نسبی بتن، کاهش واکنش قلیائی سنگدانه ها و حمله سولفات در بتن می‌شوند. مواد پوزولانی را می‌توان جانشین کلینکر سیمان کرد که باعث کاهش مقاومت اولیه بتن می‌شود و افزایش مقاوم در طول زمان را به همراه دارد.

٦. مواد روانساز یا خمیری کننده: هر گاه مخلوط بتن تازه، خشن شد، یا برای افزایش عیار سیمان از مواد روانساز استفاده می‌کنند. اگر سنگدانه‌های رد شده از الک ۳۰۰ و ۱۵۰ میکرونی کم بود، برای بهبود کارائی بتن از مواد نرم شده پوزولانی یا شیمیائی استفاده می‌کنند. بهترین ماده روانساز حباب هواست.

۷. روان کننده‌های ممتاز: روان کننده و کاهندهٔ آب هستند. مواد تغلیظ شده فرم آلدئید ملامین که قدری هم کند گیر کننده است، جزو این گروه است.

این مواد در بتن ریزی مقاطع پرآرماتور، نقاط غیر قابل دسترس دال کف یا راه، مصرف شده و باعث افزایش مقاومت بتن به جهت کاهش نسبت آب به سیمان می‌شوند. با این مواد می‌توان تا ۳۵ درصد آب را کم کرده و مقاومت ۲٤ ساعته را ۷۵-۵۰ درصد بالا برد.

۸. مواد آب بند کننده: در مواردی که بتن در معرض فشار آب است، از مواد آب بند کننده استفاده می‌کنند. آب بند بودن با نسبت آب و سیمان و مدت عمل آوری ارتباط دارد. بتن با اسلامپ کم و نسبت آب به سیمان ۰/٤۹ آب بند است.

مواد آب بند کننده شامل مواد ضد رطوبت (اسید اولتیک، اسید استاریک، پنتاکلروفیل) و پوزولانهاست.

۹. مواد افزودنی متفرقه مانند مواد تولید کنندهٔ گاز مثل پودر روی و آلمینیوم یا بتن پلیمر برای پیوند بتن نو یا کهنه. میزان یون کلر در مواد افزودنی بسیار مهم است.

***

نکاتی در مورد بتن

کارایی بتن متناسب است با اسلامپ، مصالح مصرفی، مواد افزودنی و درجه حرارت محیط. کارائی متناسب با مقاومت فشاری نیست. حداقل اسلامپ بتن برای مصارف مختلف ۵۰ میلیمتر و حداکثر اسلامپ بتن برای بتن ستونها ۱۰۰ میلیمتر است. میزان حداکثر اسلامپ بتن برای بتن ریزی حجیم باید کمتر از مقدار متعارف باشد.

عوامل مؤثر بر کارایی بتن عبارتند از نسبت اختلاط صحیح، شن و ماسه طبیعی گردگوشه و سیمان با نرمی زیاد. اسلامپ در دوام بتن بی اثر است. دوام بتن متناسب است با حداقل مقدار سیمان، نسبت آب به سیمان، مقاومت در برابر حملات شیمیائی.

حداقل عیار سیمان برای ساخت بتن مسلح ۱٦۰ $\frac{kg}{cm^2}$ است. حداکثر نسبت آب به سیمان در بتن با حباب هوا ۰/۵ است. اگر در ساخت بتن با حباب هوا به میزان بیشتر از حد مجاز حباب هوا نیاز باشد، باید به ازای هر ۱ درصد هوای اضافه، ۲۵ کیلوگرم سیمان به هر متر مکعب بتن

افزود. دوام بتن در مقابل حملات شیمیائی متناسب است با پائین بودن نسبت آب به سیمان، نفوذپذیری کم، انتخاب صحیح نوع سیمان.

در بتن مقاوم در برابر سایش، مصالح سنگی با حداکثر قطر ۲۵ میلیمتر توصیه می‌شود و حداکثر اسلامپ آن ۷۵ میلیمتر است.

مقاومت بتن به مصالح متشکله آن از نظر کمّی و کیفی، نگهداری و حمل بتن بستگی دارد. مقاومت بتن شدیداً تحت تأثیر نسبت آب به سیمان است. در شرایط مساوی و با مصالح سنگی مشخص (اسلامپ، تراکم و مقاومت بتن) تابعی از میزان و نوع سیمان است.

قطر حداکثر مصالح مصرفی سنگین برای بتن باید کوچکتر از $\frac{1}{3}$ ضخامت دال بتنی و کوچکتر از $\frac{3}{4}$ حداقل فاصله داخل به داخل میلگردها باشد. نسبت آب به سیمان، درزهای ساختمانی و نسبت‌های اختلاط در نفوذناپذیری بتن دخیل هستند. حداقل مقاومت مشخصه بتن نظافت ۸Mpa است.

مناسب ترین نسبت شن و ماسه در ۱مترمکعب بتن، ۰/۶ متر مکعب شن + ۰/٤ مترمکعب ماسه است.

میزان اسلامپ بتن برای انتقال به وسیله پمپ باید ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیمتر باشد. حداکثر درجه حرارت سیمان در هوای گرم می‌تواند ۷۷ درجه باشد.

برای دست یابی به بتن خوب و پایا توصیه می‌شود عملیات بتن ریزی در دمای ۳۸-٢٤ درجه انجام شود. عبور و مرور کارگران بر روی قطعات بتن تازه ریخته شده حداقل تا ٢٤ ساعت مجاز نیست.

۷ تا ۱۵ درصد حجم بتن را سیمان تشکیل می‌دهد. ٤۰-۲۵ درصد حجم بتن را خمیر سیمان تشکیل می‌دهد. میزان آب لازم برای هیدراتاسیون کامل حدود ۲۰ درصد(در برخی منابع ۲۵ درصد) وزن سیمان است.

بتن پاشیدنی به روش خشک را گانایت و به روش تر را شات کریت گویند.

به کار بردن دانه‌های درشت‌تر از ۲۲ میلیمتر در ساخت قطعات بتن آرمه توصیه نمی‌شود.

برای دستیابی به رطوبت یکنواخت برای مصالح سنگی در کارگاه، باید حداقل آنها را ۱۲ ساعت به حال خود رها کرد.

مواد کاهنده آب، باعث افزایش مقاومت بتن، کاهش نفوذپذیری و خطر رو زدن بتن شده و باعث افزایش کارایی نمی‌شود. مواد پوزولانی واکنش قلیایی بین سنگدانه ها را کاهش می‌دهد.

افزایش عیار سیمان و دانه‌های ریز و مواد نرم پوزولانی باعث بالا بردن کارائی می‌شود. روان کننده‌های ممتاز اغلب کاهندهٔ آب هم هستند. بتن آب بند به بتنی با اسلامپ کم و نسبت آب به سیمان ٤۹ درصد اطلاق می‌شود.

حد مجاز تغییر مکان آرماتورها در قطعات بتنی نباید بیش از نصف قطرشان و به طور کلی نباید بیش از ٦ میلیمتر فاصله داشته باشند. بهتر است آب بتن در ابتدا کمتر از حد محاسبه شده به آن اضافه شود.

بتن ریزی در کف‌های بزرگ را می‌توان با فینیشر انجام داد که هنگام ریختن، بتن را متراکم هم می‌کند. نمی توان از طریق ضربه زدن به سطح قالب، تمام بتن یک دیوار را متراکم کرد. بتن تازه ریخته شده در هوای گرم را باید حداقل ۷ روز مرطوب نگه داشت.

تعداد وصله در پایه‌های زیر قالب بتنی صفر است، یعنی نمی تواند وصله‌ای باشد.

زمان لازم برای اختلاط مصالح سنگی و آب و سیمان در بتونیر از زمان ریختن تمام مصالح ۱/۵ تا ۲ دقیقه است.

ساخت بتن با دست، شامل مراحل اختلاط ماسه با سیمان، اضافه کردن شن، اختلاط و پاشیدن آب به تدریج و اختلاط نهایی است. در پیش تنیدگی بتن به طریقهٔ شیمیائی، از سیمان منبسط شونده استفاده می‌شود.

رطوبت نسبی داخلی بتن باید حداقل ۵۰ درصد باشد، تا روند کسب مقاومت ادامه داشته باشد. وجود مواد خارجی در بتن مانند خاکرس (تا ۵ درصد) افت بتن را تا ۳۵ درصد افزایش می‌دهد.

اثر کاهش مقاومت در اثر استفاده از کندگیر کننده ها تا روز سوم است. حداکثر مواد رنگی معدنی قابل مصرف برای ساخت بتن رنگی ۱۰ درصد وزن سیمان است.

وظیفه پوشش بتن عبارت است از حفاظت فولاد از اکسیده شدن و آتش سوزی. حداکثر زمان ارتعاش بتن با ویبراتور دستی ٦۰ ثانیه و حداکثر خاکرس در مواد بتن ۲ درصد است.

برای ترمیم سطوح مختلف سازه‌های بتنی آسیب دیده از سیمان تخته ماله‌ای استفاده می‌شود.

افت بتن (شیرینکیج)، به علت درهم رفتن دانه‌های سیمان در بتن منقبض شده است و به میزان سیمان و آب کمتر بستگی دارد. تنش مجاز بتن ٤٥ درصد تنش گسیختگی بتن است (f'_C = ٪٤٥ fc). در بتن پیش تنیده از نظر ابعاد در قیمت صرفه جویی می‌شود. اگر قبل از گرفتن سیمان، آب بتن یخ بزند، بعد از آب شدن یخ، سیمان می‌گیرد. اما به علت پوکی، مقاومت مورد انتظار را به دست نمی آورد.

هرچه آب بتن کمتر باشد، بتن در مقابل حملهٔ سولفات ها مقاوم‌تر است. در دمای ۱۰- درجه، باید تدابیر زیر را اندیشید: گرم کردن آب تا ۵۰ درجه، گرم کردن شن و ماسه با بخار آب تا ۵۰ درجه، گرم کردن قالب و گرم نگاه داشتن آن. بتن با ضریب تراکم ۰/۷۸ -۰/۷، کارایی خیلی کمی‌دارد.

در بتن ریزی در قطعات بزرگ و طویل مثل پی‌های نواری، از یک طرف بتن ریزی به صورت لایه به لایه شروع تا به سطح نهایی می‌رسد و به همین نحو تا طرف دیگرادامه می‌یابد. برای ۱ متر مکعب بتن با عیار ۳۰۰، شن و ماسه لازم حدود ۱۲۵۰ لیتر است که شن و ماسه می‌بایست به طور جداگانه انبار شود.

گرما و بخار آب تحت فشار در بالا رفتن مقاومت بتن مؤثر هستند. حداکثر مقدار هوا در بتن معمولی بعد از تراکم، ٤ درصد حجم بتن بوده و ضریب تراکم بتن با کارائی متوسط، ۹۲-۸۵ درصد است.

حداکثر ضخامت بتن ریزی در هر لایه برای تراکم با ویبراتور ٦۰ سانتیمتر است. برای کنترل کیفیت بتن در کارگاه از روش اسلامپ استفاده می‌کنند. مقاومت ۷ و ۲۸ روزه بتن باید ٦۰ و ۹۰ درصد مقاومت نهایی باشد. حداقل پوشش بتنی مجاز روی میلگرد در پی ۵ و در تیرها ۲/۵ سانتیمتر است.

اسید غیرآلی، بسیاری از اسیدهای آلی، بسیاری از نمکها و روغن‌های نباتی و حیوانی، برای بتن کاملاً مضر است. هر چه چسبندگی در بتن بیشتر باشد، مقاومت سایشی آن بیشتر می‌شود.

وجود لای در آب مخلوط بتن باعث کاهش چسبندگی خواهد شد. وظیفه میلگردهای فشاری در تیرهای بتنی شامل تحمل ممان خمشی، ایجاد تکیه گاه برای رکابی تیرها و کاهش تغییر شکل دراز مدت خمشی است.

برای بتن فونداسیون شن بادامی مناسبتر است. بتن ساخته شده از سیمان پرتلند بعد از ۲۸ روز حداکثر مقاومت فشاری ۴۰۰ $\frac{kg}{cm^2}$ و نیروی کششی ۳۰ $\frac{kg}{cm^2}$ را تحمل می‌کند. بهترین و باربرترین شکل دانه از نظر هندسی برای مصرف در بتن، شکل گوشه دار است.

علت عمدهٔ کاهش وزن مخصوص بتن‌های سبک، همراه داشتن هوا در ساختمان داخلی بتن است.

اگر d عمق مؤثر تیر بتنی باشد، حداکثر فاصله خاموت ها در تیر برابر $\frac{d}{2}$ است. بتن بادانه گوشه‌ای و زبر مقاومت خمشی بیشتری دارد. SSD مبنای طرح اختلاط سنگدانه هاست. سیمان آهک پوزولانی برای ملات و اندود مناسب است. دوده برای سیمان رنگی سیاه استفاده می‌شود.

وزن ویژه سیمان ۳/۲۵-۳ $\frac{ton}{m^3}$ بوده و زمان گیرش اولیه سیمان نوع ۳ بیش از نوع ۱ است.

میزان رسیدگی بتن یک رابطه خطی است، برحسب درجه حرارتی که بتن در آن خود را می‌گیرد و همان میزان سخت شدن بتن است و نسبت مستقیم با عمر بتن دارد.

خواص عمومی مصالح

خواص فیزیکی مصالح به چند بخش اصلی (وضع ظاهری مصالح، تأثیر حرارت بر مصالح، تأثیر مایعات و گازها بر مصالح) تقسیم می‌شود.

حجم جسم جامد عبارتست از حجم فضایی که قسمت جسم جامد اشغال می‌کند. در حمل و نقل مصالح عمدتاً از حجم فضایی مصالح استفاده می‌کنند.

جرم حجمی عبارتست از نسبت جرم مصالح به حجم کلی آن با در نظر گرفتن سوراخ ها و فضای بین قطعات مصالح.

پوکی عبارتست از مقدار حجم خالی اجسام به حجم جسم جامد.

تخلخل عبارتست از نسبت حجم کل حفره‌های داخل مصالح به حجم کل مصالح.

قابلیت هدایت حرارتی مصالح با تخلخل نسبت معکوس دارد. هرچه جرم فضائی اجسام افزایش یابد، قابلیت هدایت حرارتی بیشتر می‌شود. مصالح زودگداز در حرارت پائین‌تر از ۱۳۵۰ درجه ذوب می‌شوند.

قابلیت جذب آب عبارتست از مقدار آبی که یک جسم جامد خشک جذب کرده و آنرا در خود حفظ می‌کند.

مقدار آب جذب شده توسط مصالح همیشه از قدر مطلق تخلخل و پوکی مصالح کمتر است. شیشه، فولاد و بتن نفوذ پذیر هستند. هرچه جذب آب کمتر و هرچه جسم سنگین‌تر باشد، مقاومت در برابر یخ زدگی بیشتر می‌شود.

ضریب مقاومت در برابر یخ زدگی عبارتست از: نسبت مقاومت فشاری مصالح بعد از یخ زدگی بر مقاومت مصالح اشباع قبل از یخ زدگی.

اگر ضریب مقاومت در برابر یخ زدگی از ۰/۷۵ بیشتر باشد، مصالح در برابر یخ زدگی مقاوم هستند. مصالح نگهدارنده آب راهیدروفیل گویند. افزایش حجم آب در اثر یخبندان ۰/۹ است. مؤثرترین مانع در انتقال صوت، ماده با جرم بالا است. شاخص تراکم ماده، جرم ویژه است. یکی

از مهمترین مواد بی شکل (amorphous) سیلیسی، شیشه است. قابلیت جذب و انعکاس در اجسام به رنگ و بافت بستگی دارد.

پوکه صنعتی کمتر از گچ انتقال حرارت دارد. قابلیت جذب آب در شیشه کمتر از فولاد و آهن است. مصالح مقاوم در برابر یخ زدگی تخلخل بسیار کمی‌دارند.

سرتابی عبارت است از مقاومت مصالح در مقابل حرارت‌های بسیار بالا در مدت زمان طولانی بدون ذوب شدن یا از دست دادن شکل اولیه.

سه شکل آب در اجسام به صورت آب تبلور، رطوبت سطحی و رطوبت درونی است. جذب آب به تخلخل، جنس و رطوبت محیط بستگی دارد. اجسام متخلخل با دانه بندی ریزتر، رطوبت بیشتر جذب می‌کنند. همیشه مقدار آب جذب شده اجسام، کمتر از میزان واقعی است. جذب آب باعث افزایش قابلیت هدایت گرمایی و صوتی می‌شود. (در چوب و خاکرس باعث تورم و کاهش مقاومت می‌شود)

ضریب نرم شدن عبارت است از مقاومت جسم در حالت اشباع تقسیم بر مقاومت جسم در حالت خشک. ضریب نرم شدن خاک رس صفر و ضریب نرم شدن شیشه و فولاد یک است. اگر ضریب نرم شدن بیش از ۰/۸ باشد، جسم را ضد آب یا نفوذ ناپذیر گویند.

مقاومت یخ زدگی عبارت است از مقاومت در برار یخ زدن، ذوب شدن متناوب. مقاومت یخ زدگی به جرم مخصوص، تخلخل و قدرت جذب آب بستگی دارد.

سختی عبارت است از مقاومت در برابر خراش یا به عبارتی مقاومت سائیدگی.

دوام عبارت است از مقاومت در برابر عوامل جوی و محیطی.

خستگی عبارت است از به پایان رسیدن ناگهانی مقاومت جسم در برابر تغییرات مداوم نیروها.

شن و ماسه

اصلی ترین محل مصرف شن و ماسه در ساختمانهای بتنی است. در پی سازی، تهیه ملات ماسه سیمان و پر کردن اطراف لوله تأسیسات از شن و ماسه استفاده می‌شود. دانه‌های ریز تا درشت شامل ماسه بادی، ماسه، شن، قلوه، پاره سنگ، تخته سنگ، صخره و... است.

ماسه، دانه‌های سنگی با قطر کمتر از ۲ میلیمتر را گویند. دانه‌های سنگی با قطر بزرگتر از ۲ میلیمتر را شن نخودی و بزرگتر از ٦ میلیمتر را، شن گویند. بهترین دانه بندی برای ماسه آن است که قطر ۳۳ درصد دانه‌های آن بین ۰/۰۸ تا ۰/۵ میلیمتر و ۳۳ درصد دانه‌های آن بین ۰/۵ تا ۱ میلیمتر و بقیه دانه‌های آن بین ۱ تا ۲ میلیمتر باشد.

انواع شن و ماسه

منابع تهیه شن و ماسه یا طبیعی است یا به صورت شکسته است. شن و ماسه طبیعی گردگوشه بوده، ولی شن و ماسه شکسته گوشه‌های تیز دارد. گردگوشه ها اصطکاک کمتری داشته، بهتر روی هم می‌لغزند. در نتیجه زیر ماله شکل پذیرترند و در بتن ریزی هم به خوبی فضاهای خالی را پر می‌کنند و برای تهیه ملات مناسبند. تیزگوشه ها اصطکاک بیشتری داشته و خوب روی هم نمی لغزند. در راهسازی برای روسازی استفاده می‌شوند. شن و ماسه تیزگوشه به دلیل ایجاد نیروی اصطکاک بین چرخ اتومبیل و جاده، دیرتر باعث فیتیله شدن و جمع شدگی و موج دار شدن جاده می‌شود.

بتن با شن و ماسه شکسته مقاومت فشاری و کششی بیشتری نسبت به بتن با شن و ماسه طبیعی دارد و همچنین یکنواخت‌تر و همگن‌تر است. شن و ماسه طبیعی مواد مضر اضافی مانند خاکرس دارد، که برای بتن مناسب نیست.

اگر درصد خاکرس در شن و ماسه بیش از ۳ درصد شود، به صورت فیلم نازکی روی سنگدانه ها را گرفته و در اتصال سیمان به سنگدانه ها ایجاد مشکل می‌کند. در نتیجه قطعه بتنی ضعیف می‌شود. بهترین و باربرترین شکل دانه ماسه برای مصرف در بتن از لحاظ هندسی، شکل کره‌ای است. مجموع دانه‌های دراز و پهن مورد مصرف در بتن نباید از ۱۵ درصد مجموع شن و ماسه تجاوز کند.

دانه پهن به دانه‌ای گویند که ضخامت آن از ۰/٦ معدل سوراخ‌های دو الکی که این دانه ها بین آن قرار می‌گیرد، کمتر باشد.

دانه دراز به دانه‌ای گویند که طول آن از ۱/۸ معدل سوراخ‌های دوالکی که این دانه ها بین آن قرار می‌گیرد، بیشتر باشد.

بهترین سنگ برای تهیه شن و ماسه، سنگ گرانیت و سیلیسی است. هرچه سنگ متراکم‌تر باشد و وزن مخصوصش بالاتر باشد، برای بتن بهتر است.

وزن مخصوص سنگ دانه مورد مصرف در بتن نباید از $\frac{ton}{m^3}$ ۱/۵ کمتر باشد. برای تیرهای اصلی ساختمان بتنی، بزرگی دانه تا ۰/۸ میلیمتر مجاز است. اصولاً بزرگترین دانه شن نباید از $\frac{1}{2}$ کوچکترین بعدِ قطعه، بزرگتر باشد. در این امر به ناهماهنگی و ابعاد بزرگ سنگدانه ها در سدها که ضخامت بالایی دارد می‌بایست توجه نمود. ماسهٔ بتن با ماسهٔ ملات متفاوت است. برای ملات آجرچینی، به صورت گری، بزرگی دانه ها می‌تواند تا ٦ میلیمتر باشد. برای آجرچینی در نماسازی که ضخامت ملات ۸ میلیمتر است، اندازهٔ سنگدانه نباید از ٤ میلیمتر بزرگتر باشد، (نباید از نصف ضخامت ملات بیشتر شود).

حدود ۳۵ تا ٤۰ درصد حجم ماسه‌های ملاتی را هوا تشکیل می‌دهد. مقدار ریز دانه‌های داخل سیمان نباید از ٤-۳ درصد بیشتر شود. خاکرس مهمترین ماده مضر برای شن و ماسه در بتن است. خاکرس می‌تواند تا ۸ برابر وزن خود آب مکیده و بتن را بسوزاند. در بعضی آئین نامه ها ۳ تا ۵ درصد وزنی خاکرس، در شن و ماسه را مجاز می‌دانند. مواد آلی و خارجی مانند تکه

چوب، زغال، شاخ و برگ و جسد حیوانات در شن و ماسه برای بتن نامناسب است، زیرا به مرور زمان پوسیده و باعث ایجاد فضای خالی در بتن شده و مقاومت آنرا کم می‌کند.

ماسه‌ای که برای پایه پل مصرف می‌شود، باید در برابر نمک ها و سولفاتها مقاوم باشد. ماسه‌ای که برای کف فرش استفاده می‌شود، باید در برابر سایش مقاوم باشد. مشهورترین آزمایش تعیین درصد سایش دانه‌های شن و ماسه، آزمایش لس آنجلس است.

***

مصالح سنگی عبارتند از ذرات غیرچسبنده متشکل از قطعات گرد و تیزگوشه. ذرات تا ۲ میلیمتر را ماسه، ۲ تا ۲۰ میلیمتر را شن، سنگریزه‌های ۲۰ تا ۸۰ میلیمتر را قلوه سنگ و بزرگتر از ۸۰ میلیمتر را لاشه سنگ گویند. دانه با قطر۰/۰۶ تا ۲ میلیمتر را ماسه گویند. ماسه برای تهیه انواع ملات، بتن و آجر ماسه آهکی مصرف می‌شود.

انواع ماسه طبیعی

ماسه طبیعي بسته به منبع تهیه به ٤ دسته تقسیم می‌شود:

۱. ماسه کوهستانی (سیلیسی) که در حوالی بستر اولیه رودخانه یافت می‌شود، تیزگوشه بوده و سطوح چسبندگی مناسبی با سیمان دارد.

۲. ماسه رودخانه‌ای که مدت زمان طولانی در تماس با آب بوده و گرد گوشه و صاف است.

۳. ماسه شکسته، از خرد کردن گرانیت، سنگ آهک متراکم و.... بدست آمده، تیزگوشه بوده و دارای سطوح خشن است. این نوع ماسه برای تهیه بتن مناسب است.

٤. ماسه بادی بسیار ریز بوده و برای بتن نامناسب است.

ماسهای که در تهیه بتن استفاده می‌شود، مقداری ذرات ریز دارد که نباید ازمقادیر زیر تجاوز کند:

برای ماسه طبیعی یا ماسه بدست آمده از شن طبیعی ۳ درصد حجم؛

برای ماسه شکسته ۱۰ درصد حجم؛

دانه درشت‌تر از ۲ میلیمتر را شن گویند. انواع شن به زبر (شبیه خرده سنگ)، نخودی و بادامی (گرد با سطوح صاف) و شن سوزنی (طول بیش از ۳ برابر عرض) و شن پولکی (عرض بیش از ۳ برابر ضخامت) تقسیم می‌شود.

خاک

در پوسته جامد زمین ریزترین دانه را خاک و درشت ترین را صخره و بزرگتر از آنرا کوه گویند. قسمت عمدهٔ خاک از تجزیه و خرد شدن سنگ ها در اثر عوامل فیزیکی و شیمیائی بدست آمده اند. برای مثال H_2O در باران، با C_2O در جو، ترکیب ناپایدار H_2CO_3 را داده که روی سنگ ها بخصوص سنگ آهک اثر کرده و آنها را تجزیه می‌کند. یخ زدن نیز از دیگر عوامل خرد شدن سنگ ها و تبدیل به خاک است.

انواع خاک رس

خاک رس تنها چسب طبیعی است که در طبیعت به دو صورت موجود است:

۱. خاک رس ته نشستی که به آن خاک رس حمل شده یا آبرفتی گویند؛

۲. خاک رس معدنی؛

یکی از متداول ترین طریقه تولید خاک رس، تجزیه شیمیائی فلدسپات ها است. فلدسپات یا فلدسپار، یکی از مهمترین مواد معدنی در طبیعت است که به صورت سیلیکات‌های مضاعف آلمینیوم و پتاسیم یا سدیم یا کلسیم است و به حد وفور به رنگ‌های مختلف یافت می‌شود.

خاک رس معدنی از خاک رس ته نشستی خالص‌تر و دانه‌های آن درشت‌تر است. در خاک رس ته نشستی ٦٥ تا ٨٠ درصد ذرات از ١ میکرون ریزترند. بیشترین خاکرس موجود در طبیعت سرخ رنگ بوده که دلیل آن اکسیدهای آهن است (Fe_2O_3). اگر به خاک رس آب برسد، در مولکول ها کشش ایجاد شده، چسبنده می‌شوند. قطر دانه‌های خاک ٦ میکرون است. خاکرس تا ٨ برابر وزن خود می‌تواند آب بمکد. بعد از اشباع، منبسط می‌شود و دیگر آب از آن عبور نمی‌کند، به عبارتی ضد آب (Water proof) می‌شود. آب‌های زیرزمینی از تمام لایه‌های خاک عبور کرده، پائین می‌رود تا به خاک رس رسیده و دیگر نفوذ نکرده و تشکیل سفره آب زیرزمینی

می‌دهد. استفاده از کاه در گل مانند آرماتور باعث جلوگیری از ترک می‌شود. گاهی برای جلوگیری از رویش گندم و جو، به کاهگل، نمک می‌افزایند.

خاکرس خالص سفید رنگ است. Fe_2o_3 آنرا سرخ، کربن تیره رنگ، گرانیت خاکستری، Feo کبود، هیدروکسیدآهن زرد و زغال سنگ قهوه‌ای می‌کند. ترکیب کلیه خاکرس‌های مورد مصرف در آجرسازی، سرامیک و چینی سازی و... دو عنصر اصلی SiO_2 و Al_2O_3 است.

هرچه سیلیس و آلومین بیشتر باشد، خاکرس خالص‌تر است. مثلاً کائولیت خالص فاقد اکسیدآهن و دیگر ناخالصی هاست. کائولن یا خاک نسوز یا خاک چینی از تجزیه سنگ گرانیت (بدون اکسیدآهن) بدست می‌آید که سفید رنگ بوده و فرمول آن $Al_2O_3, 2SiO_2, n\ H_2O$ است. مصرف کائولن در چینی سازی، کاغذ سازی، کائوچو، رنگ و سیمان سفید است.

اکثر خاک رس در دسترس بشر، خاکرس رسوبی است که ناخالصی دارد. این نوع خاک مقداری اکسیدآهن دارد. در نتیجه نقطه ذوب پائینی دارد.

کائولیت یا کائولینیت یا خاک سفال بسیار ریزدانه بوده و حدود ۹۰ درصد آن ریزتر از یک میکرون است که بعد از پختن به رنگ کرم روشن در می‌آید. فرمول شیمیائی آن مانند دیگر خاکرس ها بوده با ۲ مولکول آب تبلور $Al_2O_3, 2SiO_2, 2H_2O$ و در حرارت بیش از ۸۰۰ درجه خاصیت چسبندگی خود را از دست می‌دهد.

شیست سنگی است از رس دگرگونی که از خاکِ آن برای ساخت آجرهای مرغوب و مقاوم در برابر سایش و عوامل جوی، استفاده می‌شود.

عوامل مؤثر در شکل پذیری خاک

۱. آب موجود در خاک و مقدار آن.

۲. اندازه دانه‌های خاک، به طوریکه هرچه ریزدانه‌تر باشد، شکل پذیرتر است.

۳. شکل عمومی‌دانه ها، به طوریکه هرچه دانه ها پولکی باشند، خاصیت لغزندگی بیشتر و خاک پلاستیک تر می‌شود.

٤. صیقلی بودن دانه ها، به طوریکه هرچه سطح صاف‌تر باشد، اصطکاک کمتر است. (در مورد کائولیت به علت وجود OH می‌تواند با آب، پیوند هیدروژنی داشته که اتصال بهتری ایجاد می‌شود و خاصیت پلاستیسیته افزایش می‌یابد)

۵. وسائل مکانیکی، مثلاً ظرف سفالی با چرخ گردنده نسبت به قطعه‌ای که با فشار پرس شکل می‌گیرد، به آب بیشتری نیاز دارد و پایداری کمتری دارد.

خاک رس خاصیت جذب سطحی دارد. خاصیت جذب سطحی عبارت است از یونیزه شدن ذرات جسم جامد در آب. در نتیجه ذرات در آب به صورت قطبی درآمده و ذرات مثبت و منفی یکدیگر را جذب می‌کند. وقتی خاک آب فیزیکی خود را از دست داد، مقداری تقلیل حجم پیدا می‌کند. این عمل در حرارت حدود ۱۰۰ درجه اتفاق می‌افتد. هرچه حرارت بیشتر شود، کاهش حجم بیشتر می‌شود. زیرا ذرات ذوب و جاری می‌شوند و جاهای خالی را پر می‌کنند. این امر در ساخت لوازم بهداشتی مهم است. خاک‌های درشت دانه می‌توانند بر اثر تراکم به وزن مخصوص بیشتر از ریزدانه ها دست یابند.

***

اندازه مواد تشکیل دهنده خاک

۱. دانه‌های جسیم (شن و ماسه)؛

الف. دانه‌های سنگی گوشه دار: بهترین مصالح برای ساختمان است، زیرا قفل و نسبت بیشتر بین دانه ایجاد می‌شود.

ب. دانه‌های سنگی نیمه گوشه دار: در اثر فرسایش و هوازدگی گوشه ها سائیده شده و خیلی بی قاعده اند.

ج. دانه‌های سنگی نیمه گرد: گوشه تیز ندارند و در بستر رودخانه یافت می‌شوند. برای اکثر مصارف ساختمانی مناسبند.

د. دانه‌های سنگی تمام گرد: تمام گوشه ها محو و فقط کمی‌در قواره، بی قاعده اند در کنار رودخانه یا سواحل دریا یافت می‌شوند.

۲. دانه‌های رسی و پولکی؛

دانه‌های گوشه دار منسجم ترند، زیرا روی هم نمی غلتند و در هم فرو می‌روند، سطوح زبرتر و اصطکاک دارند. خاک با دانه بندی خوب، خاکی است که تمام ذرات از بزرگترین تا کوچکترین را دارا باشد، مستحکم‌تر و باربرتر بوده و جابجائی کمتری داشته باشد. خاک درشت دانه کمتر از خاک ریزدانه، تحت تأثیر رطوبت است. خاک را به روش MIT دانه بندی می‌کنند، به طوریکه مصالح را از الک ۰/۰٦ میکرون عبور می‌دهند. حد تمایز لای و رس الک شماره ۲۰۰ بوده که خانه هایش ۰/۷٤ میلیمتر است. (حد تمایز شن و ماسه الک شماره ٤ بوده که اندازه خانه هایش ٤/۷٦ میلیمتر است).

سه ضلع مثلث طبقه بندی خاکرس، لای، رس و ماسه است. رس لاغر، رسی است که متشکل از ٤۰ درصد ماسه، ٤۰ درصد رس و ۲۰ درصد لای است. خاکرس ها حاصل فرسایش و هوازدگی میکاها و فلدسپات ها هستند. فلدسپات ها و میکاها جز مهمی از سنگ‌های آذرین و سنگ‌های دگرگونی هستند که در اثر گاز کربنیک می‌پوسند.

شرحی دیگر از انواع خاک رس

خاکرس به دو صورت معدنی و آبرفتی موجود است. خاک رس معدنی خالص‌تر بوده و پولک‌های آن از ۰/۰۰۲ میلیمتر ریزترند. خاکی را که بیش از ۵۰ درصد وزنش خاکرس خالص باشد، خاک پرمایه گویند. خاک پر مایه در کارهای ظریف و صنعتی کاربرد دارد، مانند کائولینیت که تا یک برابر وزن خود آب مکیده و نازکی دانه هایش تا ۲۰ هزارم میکرون می‌رسد.

از خاکرس آبرفتی در تولید آجر، سرامیک و نسوز استفاده می‌کنند. خاکی را که کمتر از ۵۰ درصد وزنش خاکرس خالص باشد، خاک کم مایه گویند. استفاده از خاک در ملات گچ و خاک برای کندگیر کردن گیرش گچ است. در گل آهک، شفته و ساروج، خاک رس با آهک ترکیب شده و پس مدتی سیلیکات و آلومینات کلسیم ایجاد می‌کند. (در ماسه آهک، کربنات کلسیم ایجاد می‌شود)

خاکرس خاکی با ذرات کوچتر از ۰/۰۰۲ میلیمتر است. انواع خاکرس به شرح زیر است:

خاک رس معمولی، خاک چینی یا کائولین، گل‌های رسی لکه گیری، گل اخرا، بنتونیت یا گـل حفاری، پوکه.

خاک چینی یا کائولین، جزو خالص ترین گل‌های رسی بوده که قبـل و بعـد از پخـت سـفید رنگ هستند.

گل‌های رسی لکه گیری، به خالصی کائولین نبوده و دارای مقادیر زیاد آهک و منیزی هـستند. به علت جذب رنگ از روغن ها، آنها را برای لکه گیری رنگ و چربـی از روی پارچـه بـه کـار می‌برند.

گل اخرا که شن گل رس دار بوده، اکسیدآهن زیادی دارد. به رنگ زرد بوده و در رنگ سازی استفاده می‌شود.

بنتونیت یا گل حفاری نوعی خاکرس دریایی است که درصد بالائی مونت موریلونیت داشته و عموماً از تجزیه شیمیائی خاکستر آتشفشانی تشکیل می‌شود. این نوع خاک در مجاورت آب بیش از دیگر خاکرس ها ورم کرده و در خـشک شـدن بـیش از همـه منقـبض مـی‌شـود. چـسبنده و پلاستیک بوده و در صنایع حفاری چاه، ریخته گری، سرامیک و صنایع نسوز مصرف می‌شود.

پوکه با دو نوع معدنی و صـنعتی، در کفـسازی، شـیب بنـدی و سـاخت بـتن سـبک اسـتفاده می‌شود. پوکه معدنی، سفید مایـل بـه زرد و خاکـستری روشـن بـوده کـه در اطـراف کـوه‌هـای آتشفشانی و حوالی چشمه آبگرم معدنی یافت می‌شود. پوکه صنعتی یا خاکرس منبسط شـده بـه رنگ قهوه‌ای روشن تا تیره بوده و تحت شرایطی خاص از خاکرسی که دارای درصد کمی زغـال است، بدست می‌آید. می‌توان از مخلوط خاکرس با مواد هیـدروکربوری و پخـتن آنهـا در کـوره دوارخفته پوکه صنعتی تولید نمود.

***

نکاتی در مورد خاک رس

خاکرس با فرمول شیمیائی هیدروسیلیکات آلمینیوم از تجزیه فلدسپات ها و میکاها تحت تأثیر گازکربنیک بدست می‌آید. فلدسپات پتاسیمی را اورتوکلاس، فلدسپات سدیمی را پلاژیوکلاس و فلدسپات کلسیمی را آنورتایت گویند.

سیلیکات آلمینیومی سنگ‌های آذرین تحت تأثیر عوامل شیمیائی تبدیل به خاکرس پولکی می‌شود و کوارتز سنگ‌های آذرین تحت عوامل فیزیکی تبدیل به لای و ماسه می‌گردد. خاکرس به دو صورت آبرفتی و معدنی موجود است. همچنین انواع سنگ رسی وجود دارد که از دگرگون شدن خاکرس تحت فشار بدست می‌آید که به آن شیست و شیل گویند. این سه شکل خاکرس از نظر شیمیائی شبیه و از نظر فیزیکی متفاوتند. خاکرس آبرفتی به صورت خاک آجر، خاک سرامیک، خاک نسوز و... ته نشین شده اند. خاک رس معدنی خالص‌تر و از لحاظ فیزیکی و شیمیائی همگن‌تر است. مهمترین ویژگی خاکرس معدنی مقاوم بودن آن در دماهای زیاد است. خاک رس از لحاظ دارا بودن مواد شیمیائی به دو دسته آهکی و غیرآهکی تقسیم بندی می‌شود. خاک رس آهکی ۱۵ درصد کربنات کلسیم دارد و پس از پختن به رنگ بهی در می‌آید. خاکرس غیرآهکی مرکب از سیلیکات آلمینیوم و فلدسپات و اکسیدآهن است و پس از پختن به رنگ نخودی، قرمز یا عنابی روشن (بعلت وجود اکسیدآهن) در می‌آید.

کانی‌های خاکرس، مونت موریلونیت، ایلیت و کائولینیت است.

مونت موریلونیت $Al_2O_3, 4SiO_2, H_2O + nH_2O$ با ضخامت ۰/۰۰۱ میکرون، خاصیت جذب آب بیشتر از کائولینیت داشته و دو برابر آن یون می‌سازد.

بنتونیت دارای مقادیر زیاد مونت موریلونیت بوده و کمی بیدلیت دارد، در نتیجه خاصیت چسبندگی و شکل پذیری بالایی را داراست. بنتونیت در صنایع سرامیک سازی، ریخته گری، پالایش نفت، آب بندی سد، کاغذسازی، صابون سازی، تصفیه آب، رنگ سازی، ساخت آجرنسوز، گل حفاری، امولسیون، حشره کش، کرم‌های آرایشی، مرکّب داخل خودکار و صاف کردن مواد غذایی مصرف دارد.

ایلیت نام خاصی برای کانی‌های رسی نیست، ولی اصطلاح عمومی برای کـانی‌هـای خـاکرس میکائی است که در مورد هر نوع کانی رسی که آماس (ورم) کردنی نباشد، به کار می‌رود. ایلیـت در ساخت محصولات رسی پخته مثل کاشی و آجر کاربرد دارد. برخی ایلیـت هـا کـه خاصیت چسبندگی دارند در چسباندن ماسه ریخته گری مصرف می‌شوند.

کائولینیـت (Al2O3, 2SiO2, 2H2O) بـا ضـخامت پولـک $\frac{۲۰}{۱۰۰۰}$ میکـرون و طـول $\frac{۱۰۰-۲۵۰}{۱۰۰۰}$ میکرون، به اندازه وزنش آب می‌مکد. دمای ذوب آن، ۱۷۵۰ درجـه بـوده و در ۸۰۰ درجه خاصیت چسبندگی خود را از دست مـی‌دهـد و بـه Al2O3, 2SiO2 تبـدیل مـی‌شـود. می‌توان آن را در اسید کلریدریک حل کرده و آلمینیوم را جدا کرد.

کائولین (Al_2O_3, $2SiO_2$, nH_2O) یا خاک چینی، سفیدرنگ است.

از خاکرس باید تا زمانیکه تر است برای آب بندی استفاده کـرد. خـاک رس خـشک و خـاک رسی که کاملاً سیراب شده، خاصیت چسبندگی ندارند. خاصیت چـسبندگی خـاکرس بـه علـت کشش مولکولی است. کشش مولکولی بین پولک‌های خـاکرس و لعـاب آب بـه ضـخامت ۸-۶ هزارم میکرون حدود ۲۰۰ $\frac{N}{mm^۲}$ است. لعاب، سطح پولک را لیز کرده و باعث خاصـیت شـکل پذیری می‌شود. تاب کششی خاک پرمایه باید از ۲/۵ بیشتر و جمع شدن ناشی از خشک شدن از ۱۰ درصد حجمش کمتر باشد. گل خشک شده خاک پرمایه، تاب کششی بیشتری دارد.

سنگ

انواع سنگ

سنگ ها سه گونه اند: آذرین، دگرگون، ته نشستی.

۹۵ درصد سنگ ها در عمق صد متری زمین به پائین آذرین و ۵ درصد بقیه رسوبی و دگرگون هستند. ۷۵ درصد سنگ ها در سطح زمین رسوبی و ۲۵ درصد بقیه آذرین و دگرگونی هستند.

سنگ‌های آذرین را سنگ‌های آتشفشانی نیز گویند. منشأ سنگ‌های روی زمین آذرین هستند. سنگ‌های آذرین برحسب سردشدن به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱. آذرین درونی: مواد مذاب به پوسته ی زمین آمده و به تدریج سرد شده اند. این نوع سنگ ها بلوری اند. مانند گرانیت، دیوریت.

۲. آذرین بیرونی: مواد مذاب به سطح زمین آمده و سریع سرد شده اند. این نوع سنگ ها خمیری و غیربلوری اند. مانند بازالت و پرفیریتها. چنانچه خمیر خروجی خیلی تند سرد شود، به شکل کف سنگ (توف) یا پوکه سنگ (پومیس) منجمد می‌شود.

۳. مخلوطی از نوع ۱ و ۲: مواد مذاب به پوسته رفته و مشغول سرد شدن تدریجی بوده اند. ولی قبل از آنکه سرد شود و کریستال ها تشکیل شوند، در اثر یک دگرگونی به سطح زمین آمده و سریع سرد شده اند.

در مقایسه سنگ‌های آذرین و رسوبی می‌توان گفت سنگ‌های آذرین توده ای، بدون لایه بندی و یکنواخت بوده و فاقد فسیل و بقایای موجودات زنده اند. سنگ‌های آذرین بلوری یا نیمه بلوری اند و از سنگ‌های رسوبی سخت ترند و مکندگی کمتری دارند. وزن مخصوص

سنگ‌های آذرین از سنگ‌های رسوبی بیشتر است. سنگ‌های رسوبی از متراکم شدن لایه‌های رسوبی در طول سالیان شکل می‌گیرد.

اگر سنگ‌های رسوبی یا آذرین تحت فشار، حرارت یا رطوبت قرار گیرند، تغییراتی در شکل آنها ایجاد و باعث دگرگونی آنها می‌شود. به این سنگ ها، سنگ‌های دگرگونی گویند. مانند شیست، سنگ لوح و مرمرها. سنگ‌های آذرین دگرگون شده را ارتو و سنگ‌های رسوبی دگرگون شده را پارا گویند.

سنگ را از معدن با ابعاد حدود ۳ متر به وسیله دینامیت و مواد منفجره استخراج می کنند. به قطعات سنگی که از معدن به کارخانجات سنگ بری حمل می‌شود، در اصطلاح قله گویند. اگر ابعاد سنگ بر اساس سفارش مشتری باشد، به آن حکمی‌گویند و گران‌تر است. بعضی مواقع مهندسین ضخامت سنگ را به کارخانه داده و طول را سفارش نمی‌دهند. به این نوع سنگ، طول آزاد گویند و برای نمایی که زیاد مرغوب نیست، استفاده می‌شود. علل استفاده از سنگ، زیبایی و مقاومت در برابر سایش و عوامل جوی است.

نامگذاری سنگ ها بر اساس شکل هندسی (پلاک، قرنیز، تیشه‌ای و...)، یا بر حسب معدن (سنگ باغ ابریشم اصفهان، سنگ سنندج و...) است.

موارد استفاده از سنگ

سنگ ازاره: سنگی است که به صورت یک ردیف ۲۵ تا ۳۵ سانتیمتری برای نمای بیرون استفاده می‌شود. معمولاً برای ازاره از سنگ تیشه‌ای تیره رنگ استفاده می‌شود که نام کارگاهی متداول ترین آن، سنگ داغون تیشه‌ای است.

سنگ قرنیز: یک ردیف سنگ به پهنای ۸ تا ۱۰ سانتیمتر و ضخامت ۱ سانتیمتر است. از این سنگ برای محل برخورد دیوار با کف استفاده می کنند. سنگ قرنیز را با سیمان، هم باد با گچکاری کار می‌گذارند و حدفاصل گچ و سنگ یک چفت قرار می‌دهند.

کف در گاه و کف پنجره: سنگی است که به پهنای ۲ یا ۳ سانتیمتر از پنجره و دیوار جلوتر و یک طاقچهٔ ۲۰ سانتیمتری کوچک ایجاد می‌کند. ضخامت سنگ کف درگاه و کف پنجره، ٤

سانتیمتر است. سمت رو به داخل ساختمان را کف پنجره و سمت رو به خارج ساختمان را کف درگاه گویند.

کف پله: سنگ پلاکی به پهنای ۳۵-۳۰ سانتیمتر و ضخامت ٤ سانتیمتر که درازای آن اغلب ۱/۲ متر است. برای فرش کف پاگردها از سنگ به ضخامت ۲ سانتیمتر و ابعاد ۱۰ × ۱۰ یا ۲۰ × ۲۰ استفاده می‌کنند.

رنگ سنگ ها به صورت بیرنگ، مات یا براق است. بیرنگ یا فاقد رنگ مانند بلور نمک، کمرنگ مانند سنگ یا خاکی که از آن چینی تهیه می‌شود یا پنبه کوهی و ... مات مانند اکسیدآهن آبدار و گوگرد. براق مانند طلا و نقره که جلای فلزی دارند. سیاه مانند کربن، گرانیت و زغال سنگ.

سنگ باغ ابریشم اصفهان سیاه رنگ، سنگ سنندج سرخ تیره، سنگ کریستال کبودرنگ، و سنگ تراورتن کرم رنگ است.

اشکال سنگ

از انواع اشکال سنگ، سنگ لاشه است. سنگ لاشه بدون هیچ گونه کاری به همان شکل که از معدن استخراج می‌شود، استفاده می‌گردد. از سنگ لاشه در دیوار جلوی خاکریزها و پشت دیوارهای سنگی استفاده می‌شود و باید بتواند یخبندان را تحمل کند. از سنگ لاشه همچنین در راه سازی به خصوص در ساخت پل و دیوار با مختصری تیشه داری استفاده می‌کنند.

پرمصرف ترین سنگ از لحاظ شکلی در ساختمان سازی، سنگ پلاک است. سنگ پلاک با ضخامت ۱ سانتیمتر برای قرنیز اتاق ها، ضخامت ۲ سانتیمتر برای فرش کف و نماسازی، ضخامت ۳ سانتیمتر برای فرش کف حیاط، ضخامت ٤ سانتیمتر برای پله استفاده می‌شود. از ضخامت ٤ سانتیمتر به بالا نیز برای مکان‌های مخصوص مانند ستون تزئینی و شومینه استفاده می‌گردد. اگر روی سنگ پلاک را با تیشه‌های مخصوص خط بیندازند، به آن سنگ تیشه‌ای گویند. این امر برای ممانعت از لیزخوردن برای سنگ هایی که در کف به کار می‌رود، صورت می‌گیرد.

وزن واحد حجم سنگ‌های ساختمانی ۱/۷ تا ۳ $\frac{ton}{m^3}$ است. هرچه وزن مخصوص سنگ بالاتر باشد، جلاپذیری بیشتری دارد. سنگ با وزن مخصوص ۱/۵ جلا بر نداشته و سنگ با وزن مخصوص ۲/۵ تا حد آینه‌ای شدن جلا برمی‌دارد. همچنین هرچه وزن مخصوصِ سنگ بیشتر باشد، در برابر سایش، ضربه و عوامل جوی مقاوم‌تر است، ولی نفوذپذیری آن کم بوده و برای نما باید اسکوپ شود. (یعنی با ابزار فلزی مانند سیم‌های مخصوص کار گذاشته شده در سنگ برای نماسازی استفاده شود)

دسته بندی اجسام معدنی

فردریک موس سختی اجسام معدنی را به ده دسته تقسیم می‌کند:

۱. با فشار دست سائیده می‌شود. مانند خاک چینی (کائولن)، تالک، گرافیت؛

۲. با ناخن خط بر می‌دارد. مانند سنگ گچ، گوگود، پنبه کوهی، نمک سنگ و میکا؛

۳. با تیغه چاقو به آسانی سائیده می‌شود. مانند سنگ آهک؛

٤. با چاقو سائیده می‌شود. مانند منیزیت و آهن؛

٥. با چاقو به سختی خراشیده می‌شود. مانند لیمونیت و مغناطیس؛

٦. با شیشه سائیده می‌شود. مانند هماتیت؛

۷. روی شیشه خط می‌اندازد. مانند کوارتز؛

۸ به آسانی روی شیشه یا کوارتز خط می‌اندازد. مانند توپاز؛

۹. خیلی آسان روی شیشه خط می‌اندازد. مانند یاقوت؛

۱۰. سخت ترین جسم معدنی که روی همهٔ اجسام معدنی دیگر خط می‌اندازد. الماس؛

ویژگی‌های سنگ ساختمانی باید به قرار زیر باشد:

بی رگه، بدون حفره، لایه لایه نباشد، قلوه یا گره نداشته باشد. در برابر سایش و عوامل جوی مقاوم باشد. به آسانی قابل بریدن با فرزدستی باشد. رنگ ثابت باشد. اگر سیررنگ باشد، امکان دارد در مقابل نورآفتاب رنگ پر می‌شود.

***

طریقه شکل گیری سنگ ها

دو پدیده کوهسائی (هوازدگی) و کوهزائی در زمین باعث پدید آمدن محصولات سنگی می‌شود. به دلیل پدیدهٔ هوازدگی است که کوهستان ها خاصیت فیزیکی و شیمیائی خود را از دست می‌دهند. دو نوع هوازدگی داریم:

۱. هوازدگی شیمیائی: محصول هیدراتاسیون، انحلال، هیدرولیز، اکسیداسیون یا عکس العمل آب‌های اسیدی با املاح سنگ است.

۲. هوازدگی فیزیکی: تأثیر یخبندان، تغییر درجه حرارت، باد، آب و... بر سنگ است.

نتایج مهم هوازدگی عبارتست از تشکیل خاک و رسوباتی هم چون بوکسیت (منبع اصلی تهیه آلمینیوم) و خاک‌های حاصل خیز و تغییر ماهیت دی اکسیدکربن موجود در جو.

فشار درون کره مذاب زمین که بر پوسته جامد وارد می‌شود باعث کوهزائی یا خشکی زائی می‌شود. این عمده تغییرات که از عوامل کوهزایی هستند، عبارتند از: چین ها، شکستگی ها، گسل ها، آتشفشان و زلزله.

چین ها در اثر فشار به وجود می‌آیند. چین در همهٔ سنگ ها ممکن است وجود داشته باشد، ولی در سنگ‌های رسوبی بهتر دیده می‌شود.

شکستگی بر اثر نیروی کشش به وجود می‌آید. در سنگ‌های سطح زمین به صورت ترک یا درز دیده می‌شود. شکستگی بدون تغییر مکان جداره اتفاق می‌افتد. اگر شکستگی با جابجائی همراه باشد، گسل ایجاد می‌گردد.

سنگ ها از کانی ها تشکیل شده اند. کانی ها مواد جامد، طبیعی، متبلور، غیرآلی و همگن هستند که به سه گروه کانی ماگمائی (آذرین)، رسوبی و دگرگون تقسیم می‌شوند.

سنگ‌های آذرین

سنگ‌های آذرین ترکیبات سیلیکاتی دارند که ماگما نام دارد. ماگما با سیلیس زیاد را ماگمای اسیدی و ماگما با سیلیس کم و آهن و منیزیم و کلسیم زیاد را ماگمای بازی گویند.

دمای ماگما بیش از ۷۰۰ درجه است که در آن گازها و قطعات بلور در حال رشد وجود دارد. ماگمائی که به سطح زمین رسیده باشد، بیشتر گازهای خود را از دست داده است و به آن گـدازه گویند. از انجماد گدازه در سطح زمین سنگ‌های آتشفشانی تشکیل می‌شود. اگر ماگما در داخـل پوسته سرد شده باشد، به سنگ تشکیل شده، سنگ آذرین درونی گوینـد. علـت اصـلی اختلاف فوران‌های آتشفشانی نوع گدازه است.

گدازه‌های بازی گرانروی کمتری داشته، روانتر بوده و گاز به آسانی از آنهـا خـارج مـی‌شـود، سریع سرد شده و بلورها ریز و زیادند (آذرین بیرونی). در انواع انفجاری یا به عبارتی گدازه‌هـای اسیدی که مقدار سیلیس ماگما زیاد است، گرانروی بیشتر بـوده و گـاز بـه سـختی خـارج شـده، بنابراین با انفجار همراه است و بلورها درشتند.

سنگ‌های پرسیلیس به علت وفور کوارتز و فلدسپات ظاهری روشن و سنگ‌های کم سـیلیس و بازی به علت وفور آهن و منیزیم، تیره رنگ اند. شیـشه از سـنگ‌هـای آذریـن بیرونـی اسـت. سنگ‌های آذرین به سه دسته درشت بلور، ریزبلور و شیشه‌ای (فاقد بلور) تقسیم می‌شوند.

اگر بلورها بین ریزبلور و درشت بلور باشند، به آن بافت پرفیری گویند.

در بعضی سنگ ها هیچ بلوری دیده نمی‌شود. مانند اسبدین که شبیه شیشه سیاه شکسته یا قیر مانند با بافتی تماماً شیشه‌ای است. بافت حفره دار و اسفنجی نیز در سنگ پا و پوکه معدنی دیـده می‌شود، که به علت خروج گاز از گدازه در حال انجماد، حفره دار شده اند.

سنگ‌های رسوبی

از جمله عوامل فرسایش، آب‌های جاری، باد، امواج و یخ زدگی است. ۳٤ درصد سـطح قـاره ها را سنگ‌های رسوبی پوشانده که آنها منبع ذخیره زغال سنگ، نفت خام، گاز و... هستند.

سنگ شدگی فرآیندی است که رسوبات ناپیوسته به سنگ‌های رسوبی تبدیل می‌شوند. سـنگ شدگی به دو صورت تراکم و چسبیدن رسوبات با مواد خاصی بـه یکـدیگر صـورت مـی‌گیـرد. تراکم، مناسب ترین راه سنگ شدگی در سنگ‌های رسوبی ریز دانه ماننـد شـیل اسـت. چـسبیدن رسوبات به یکدیگر را سیمان شدگی نیز گویند.

عمده ترین مواد چسبنده در سنگ‌های رسوبی بی کربنات هاست. سیلیس و اکسیدهای آهن یا کانی‌های رسی از دیگر مواد چسبنده اند.

سنگ‌های دگرگونی

در عمق زمین دما برای ذوب سنگ ها کافی است و در سطح زمین هوازدگی صورت می‌گیرد. در فاصلهٔ این دو حد دامنه تغییرات شیمیائی، فشار و دما زیاد است. در نتیجه باعث دگرگونی یا متا مورفیسم در سنگ ها می‌شود.

لازم به ذکر است که کانی ها ذوب نمی شوند و حالت جامد خود را حفظ می‌کنند. سنگ‌های دگرگون شده به دو صورت متورق و دارای فولیاسیون (مانند شیست و گنیس) و فاقد جهت یافتگی (مانند مرمر و کوارتزیت) هستند. تاکنون بیش از ۳۰۰۰ کانی در طبیعت شناخته شده است.

۲٤ کانی فراوان در پوسته زمین را کانی‌های سنگ ساز گویند. سنگ ها را با توجه به کانی ها به ٤ دسته تقسیم می‌کنند:

۱. کربنات ها: املاح اسید کربنیک بوده و معمولاً از گروه ته نشستی هستند، مانند تراورتن. از جمله کربنات هایی که در تشکیل سنگ ها نقش بسزائی دارند، کلسیت ($CaCO_3$) و دولومیت ($Ca(MgCO_3)$) است؛

۲. سولفات ها مانند سنگ گچ؛

۳. اکسیدها مانند سیلیس یا اکسیدهای آهن؛

٤. سیلیکات ها که به دو صورت هیدراته (مانند پادزهر) و غیرهیدراته (مانند میکا) یافت می‌شوند؛

انواع سنگ از لحاظ شکل ظاهری

سنگ از لحاظ شکل ظاهری به دو دسته طبیعی و کار شده تقسیم بندی می‌شود.

طبیعی:

۱. رودخانه ای: که حداقل قطری برابر ۵ سانتیمتر دارد. کوچکترین سنگ قلوه‌ای که در دیـوار سنگی به کار می‌رود به قطر ۱۵ سانتیمتر است؛

۲. کوهی: لبه تیزه بوده و به آن قله سنگ هم گویند؛

۳. لاشه: حاصل عمل انفجار است؛

٤. سنگ لایه لایه یا تخته ای: استحکام نداشته و حـداقل ضـخامت آنهـا در کارهـای بنـایی ۸ سانتیمتر است؛

کار شده:

۱. سنگ قواره: با حذف گوشه‌های تیز و زائد سنگ لاشه بدست می‌آید. کـوچکترین ابعـاد آن نباید از ۱۵ سانتیمتر کمتر باشد.

۲. سنگ بادبر یا رگه ای: شکل تقریباً مکعبی داشته، با سطح نمای مربع یا مستطیل با حـداکثر بر جستگی ٤ سانتیمتر در نما و حداقل عرض و ارتفاع آن ۲۰ و ۱۵ سانتیمتر است. بـرای ایجـاد درگیری با ملات آنرا خراش داده و به آن سنگ سر تراش گویند.

اگر ٤ وجه آن ملات خور باشد و با دقت گونیا شود، به آن سنگ سرتراش گونیا شده گویند.

۳. سنگ بادکوبه ای: سنگ سرتراشی است که دور تا دور وجه نمای آن بـه عـرض ۱/۵ تـا ۳ سانتیمتر با قلم تراش خورده و بقیه سطح نما تیشه داری شده اسـت. حـداکثر مجـاز برجـستگی (بارسنگ) ٤ سانتیمتر است. به چنین سنگی عـلاوه بـر بادکوبـه ای، سـنگ رگـه‌ای کلنگـی لـب فیتیله‌ای گویند.

(سنگ سر تراش یا رگه‌ای کلنگی سنگی است با ابعاد نظیر بادبر با حداکثر بـار ۱/۵ سـانتیمتر، حداقل ارتفاع ۸ و سطح تحتاتی و فوقانی ۱۲ سـانتیمتر و سـطوح جـانبی ۸ سـانتیمتر. بـه منظـور داشتن درز ظریف سطوح قائم و افقی در نما از این سنگ استفاده می‌کنند.)

٤. سنگ چند نما یا تمام تراش: اگر کلیه سطوح قائم و افقی سنگ را دست تراش نماینـد، بـه آن سنگ دست تراش گویند.

۵. سنگ چند وجهی: ابعاد وجوه سنگ از ۱۰ سانتیمتر کمتر نباشد.

۶. سنگ پلاک: بر حسب پرداخت سطح نمای آن به نام‌های کلنگی، چکشی، تیشه ای، سوخته، پرداخته و ساب خورده تقسیم می‌شود.

سنگ گرانیت مرغوب را می‌توان تا ضخامت ۳ میلیمتر برش داد.

انواع سنگ‌های ساختمانی

رایج ترین سنگ‌های ساختمانی به شرح زیر است.

الف. گرانیت: سخت و چگال بوده و حتی در محیط صنعتی بادوام است. ظاهر آن ممکن است براق یا مات باشد.

ب. ماسه سنگ: ته نشست‌های ماسه‌ای که به کمک کربنات کلسیم، سیلیس، اکسیدآهن و دولومیت بهم چسبیده اند، تشکیل ماسه سنگ می‌دهند.

ماسه سنگ ها عموماً در برابر یخبندان مقام هستند و برای نصب آنها از ابزار غیرآهنی استفاده می‌شود. به ٤ دسته قابل تقسیم اند:

ب. ۱. ماسه سنگ آهکی: با رنگ سفید که در محیط اسیدی مقاوم نبوده، ولی در برابر آتش مقاوم است.

ب. ۲. ماسه سنگ سیلیسی: خاکستری، بسیار مقاوم، حتی در محیط اسیدی هم مقاوم است.

ب. ۳. ماسه سنگ اکسیدآهن: اغلب بادوام بوده و به رنگ‌های قهوه‌ای تا قرمز است.

ب. ٤. ماسه سنگ دولومیتی: با رنگ نخودی که در محیط شهری مقاوم نیست.

ج. سنگ‌های آهکی: از کربنات کلسیم تشکیل شده اند یا به صورت کریستالی از آب معدنی یا در تراکم تودهٔ غلاف فسیل به همراه ارگانیسم دریایی ته نشین شده اند. براساس قالب شیمیائی طبقه بندی می‌شوند. لازم به ذکر است مصرف سنگ آهک در کنار ماسه سنگ مجاز نیست، زیرا آنرا تخریب می‌کند.

ج.۱. سنگ آهک استخوانی: از غلاف شکسته و استخوان آبزیان و مرجان ها شکل گرفته و اگر خاک ریز هم باشد، دیگر صیقلی نمی‌شود.

ج. ۲. سنگ آهک متبلور: زمانی که آبِ بی کربنات کلسیم تبخیر شود، کربنات کلسیم باقی می‌ماند. (در چشمه آب گرم تراورتن ته نشین می‌شود) در غارها چکنده و چکیده (استلاکتیت و استلاکمیت) تشکیل می‌گردد. تراورتن متخلخل بوده، ولی مقاومت مطلوبی دارد.

ج.۳. سنگ آهک دولومیتی: حاوی ۲۵ درصد کربنات منیزیم است. این امر موجب به وجود آمدن سنگ آهک مقاوم تری می‌شود. در حالیکه در برابر هوای آلوده چندان مقاوم نیست.

د. مرمر: سنگ آهک دگرگون شده است که در آن کربنات کلسیم به صورت کلیست کریستالی با اندازه مساوی متبلورند. اگر دگرگونی کامل شود، هیچ فسیلی باقی نمی ماند. مرمر خالص سفیدرنگ است و اسیدها موجب تخریب آن می‌شوند. بنابراین مرمر برای سطوح خارجی و سطوح غیرصیقلی مناسب است. مرمر سخت است، اگر چه برای استحکام از رزین اپوکسی استفاده می‌کنند. در نماسازی از مرمر با ضخامت ٤ سانتیمتر و گیره فولادی زنگ نزن، برنز یا مس استفاده می‌شود. در کف حمام و معماری داخلی از مرمر به صورت سنگ پلاک با ضخامت ۷ تا ۱۰ سانتیمتر و برای کفسازی از ضخامت ۳ سانتیمتر استفاده می‌شود. (در ایران به آراگونیت که جز سنگ آهکی و رسوبی است، مرمر گویند)

ه. کوارتزیت: ماسه سنگ دگرگون شده است، بادوام و سخت بوده و بیشتر برای کفسازی استفاده می‌شود. وجود میکا باعث لایه لایه شدن آن می‌گردد.

و. سنگ رسی: از دگرگون شدن خاک رس به دست می‌آید. متورق بوده و در نماسازی و پوشش سقف به جای سفال مصرف دارد. شیست نوعی سنگ رسی است که سیاه رنگ است و معدن آن در میگون (در ایران) است.

خواص سنگ

سنگ نباید در آب متلاشی و حل شود و تمام یا قسمتی از آن نباید بیش از ۸ درصد وزن آب بمکد. تاب فشاری سنگ برای قطعات باربر نباید کمتر از ۱۵۰ $\frac{kg}{cm^2}$ باشد. هنگام بنایی باید سنگ را ابتدا مرطوب کرد. قطعات سنگ چیده شده در رج اول باید بزرگتر از رج فوقانی باشد. بنایی با سنگ زیر ۵ درجه مجاز نیست. فساد سنگ در اثر نمک ها و یا آلودگی محیط با اسید

است. در این باره سنگ‌های آهکی و ماسه سنگ آهکی حساس ترند. در سنگ آهکی منیزیم دار، ایجاد سولفات منیزیم فساد سنگ را سریع‌تر می‌کند. در ماسه سنگ، خلل و فرج با گچ پر می‌شود و پوسته فرو می‌ریزد. ماسه سنگ‌های سیلیسی اگرچه در مقابل تهاجم اسید مقاوم اند، ولی سنگ گچ تولید شده توسط سنگ آهک، باعث تخریب آنها می‌شود. عموماً سنگ آهک و دولومیت ها بیشتر از ماسه سنگ ها تحت تهاجم یخبندان اند.

گرانیت، مرمر و شیست به علت تخلخل اندک کمتر تحت تهاجم یخبندان اند. آب بارانی که از سطوح مسی و آلیاژ آن به سطح سنگ آهکی بریزد، باعث بروز لکه سبز می‌شود. بیشترین آسیب دیدگی نما به دلیل اثر زنگ زدگی آهن روی سنگ نماست. در اثر آتش فقط سنگ‌های با سطح روشن به علت اکسید شدن آهن آنها، برای همیشه صورتی می‌شوند.

شست و شوی سنگ آهک با برس سیمی و ماسه سنگ ها با وسائل مکانیکی و مواد شیمیائی انجام می‌شود. نگهداری از سنگ را می‌توان با پاشیدن مواد ضد آب سیلیکونی روی سطح سنگ انجام داد. پوشش‌های پلیمری برای حفاظت سطح سنگ‌های پوسیده تا عمق ۵ سانتیمتری نفوذ کرده و باعث استحکام می‌شوند. حداقل وزن ویژه فضائی سنگ ۱/۸ و حداکثر درصد وزنی جذب آب ۸ درصد است.

شناخت سنگ را سنگ شناسی و شناخت خرده سنگ را خاک شناسی گویند. انواع اکسیدآهن، هماتیت، منیتیت و لیمونیت است. سنگ تالک، هیدرو سیلیکات منیزیم است. نام دیگر پلاتین (آهن چینی)، سیماب (جیوه)، کائولن (سنگ چینی)، رخام (سنگ گچ مرمری یا آلابستر $2H_2O$ و $CaSO_4$) است.

سنگ‌های آذرین به سه دسته آذرین بیرونی یا بلوری، آذرین بلوردانه یا ترکیبی بلوری غیربلوری، آذرین بلور نشده خمیری دسته بندی می‌شوند. از جمله سنگ‌های آذرین بیرونی گرانیت، دیوریت وزی ینیت است.

از جمله سنگ‌های آذرین بلوردانه، پرفیر گرانیت، پرفیر دیوریت و پرفیر زی ینیت است.

سنگ‌های آذرین بلور نشده خمیری را امروزه سنگ بازالتی گویند و درگذشته پرفیری می‌گفتند که به دو دسته کانی بلوری ریز و شیشه‌ای تقسیم می‌شود. در کانی بلوری ریزدانه،

خمیرمایه تند روان بیرون ریخته و سریع سرد شده است و به صورت کف سنگ درآمده است. بازالت شیشه‌ای یا پرلیت میانه از جمله سنگ‌های بلور نشده خمیری شیشه‌ای است. خمیر مایه سنگ به صورت کف بیرون ریخته و زود سرد شده و به صورت پوکه سنگ درآمده است. زمین‌های آبرفتی خرده سنگی هستند. سنگ‌های ساختمانی دارای وزن فضائی بیش از ۱/۵ $\frac{ton}{m^3}$ و تاب فشاری بیش از ٤٠ هستند. سختی سنگ نما باید حداقل ۳ و تاب فشاری آن حداقل ۸۰ و حداقل وزن فضائی آن ۲ $\frac{ton}{m^3}$ باشد. سنگی که برای رویه سیاه مصرف می‌شود، باید چسبنده سیاه را بهتر از آب بمکد.

مصرف سنگ سخت برای پی سازی ساختمان، زیرسازی راه و بالاست راه آهن است. در ساخت بتن نباید از دانه‌های سنگ پخ و سوزنی استفاده کرد. حداقل تاب فشاری سنگ مورد استفاده در بتن باید ۸۰، حداقل سختی آن ۳، حداقل وزن فضائی ۲ و حداقل وزن حجمی ۱/۷ باشد. برای ساخت بتن باتاب زیاد سختی ٦ و تاب فشاری ۱۰۰ نیاز است. ابعاد خرده سنگ ها، تقسیم بندی‌های مختلفی دارد که آئین نامه از موارد متعدد ذکر شده مستندتر است. دانه خرده سنگ، نرمه سنگ و ماسه معدنی باید مکعبی، لبه تیز و سخت بوده و سختی آن از ۳ بیشتر باشد. دانه خرده سنگ، نرمه سنگ و شن و ریگ آبرفتی، نباید پخ و سوزنی باشد. دانه شن و ماسه آبرفتی باید کره‌ای شکل بوده و سختیِ آن از ۳ بیشتر باشد. دانه سوزنی دانه‌ای است که درازا، نسبت به پهنا و کلفتی بیشتر است. دانه پخ دانه‌ای است که درازا و پهنا نسبت به کلفتی بیشتر است.

وزن حجمی سنگ دانه دانه (شن، خرده سنگ شکسته، ماسه، خاک) برابر است با وزن سنگ دانه دانه درشت همراه با ریز، تقسیم بر حجم فضای آن.

وزن کیسه‌ای ریزدانه ها(خاک رس، سیمان، آهک، گچ، گرد سنگ) برابر است با وزن ریزدانه انباشته شده (لرزیده یا نلرزیده) تقسیم بر حجم فضای آن.

تاب فشاری سنگ ها به صورت زیر دسته بندی می‌شود:

۱. سنگ با تاب فشاری بیش از ۲۵۰ $\frac{kg}{cm^2}$؛
۲. سنگ با تاب فشاری بیش از ۱۲۵ $\frac{kg}{cm^2}$؛
۳. سنگ با تاب فشاری بیش از ۸۰ $\frac{kg}{cm^2}$؛
٤. سنگ با تاب فشاری بیش از ٤۰ $\frac{kg}{cm^2}$؛

سنگ با تاب فشاری کمتر از ٤۰ در ساختمان مصرف ندارد. از سنگ‌های آهکی با سختی ۳ که به راحتی قابل برش است، به عنوان سنگ‌های آرایشی استفاده می‌کنند. از جمله دیگر سنگ‌های آرایشی، سنگ مرمر، آراگونیت، تراورتن است که با کلفتی ۳۰-٦ میلیمتر قابل برش هستند.

برای پوشش نمای بیرونی بنا و فرش کف و پله از سنگ‌های آذرین با سختی ٦ به بالا مانند گرانیت، دیوریت و زی ینیت استفاده می‌کنند. جلاپذیری سنگ متناسب با وزن فضائی آن است. سنگ با وزن فضائی ۱/۵ جلا بر نمی‌دارد، با وزن فضائی ۲ کمی جلا بر می‌دارد، با وزن فضائی ۲/۲ جلا بر می‌دارد و با وزن فضائی ۲/٤ تا حد آینه‌ای شدن جلا بر می‌دارد.

نکاتی چند از زمین‌های سنگی و خرده سنگی

زمین‌های خرده سنگی شامل زمین شن بوم، شنزار، ماسه زار، خاکی، خاکرسی و گلاهکی، لایی و لجنی است. پایدار کردن زمین‌های خرده سنگی به صورت توپر کردن با درهم فشردن، کوبیدن، غرقاب کردن و استفاده از دوغاب قیر و سیمان انجام می‌شود. درهم فشردن با غلتک در زمین نمناک انجام گرفته که اگر آب زمین زیاد باشد، می‌بایست از غلتک پاچه بزی استفاده کرد.

برای کوبیدن در مجراهای باریک و پشت دیوار و پل از کوبنده تک جام استفاده می‌شود و نباید از ماشین لرزنده استفاده کرد، زیرا ماشین لرزنده ایجاد خطر می‌کند. روانه کاری عبارتست از صاف کردن زمین ناهموار با گریدر یا غلتک.

هرچه وزن فضائی زمین خشک بیشتر باشد، توان باربری آن زیاد است. به هر سانتیمتر مربع زمین خرده سنگی خشک با وزن فضائی ۲ می‌توان ۲ کیلوگرم بار گذاشت. پایدار کردن زمین با شفتهٔ قیر و دوغاب سیمان نیز نتیجهٔ خوبی می‌دهد. در ایران از شفته قیری زیاد استفاده می‌کنند.

برای ساخت شفته قیری در جائی که گرما در سایه ۵۰ درجه است، از قیر خالص AC ٤۰/۵۰ استفاده می‌کنند. اگر دما در سایه ٤۰ درجه باشد،از قیر خالص AC ٦۰/۷۰ و اگر دما در سایه ۳۰ درجه باشد از قیر خالص AC ۸۰/۱۰۰ استفاده می‌کنند.

***

تخلخل تأثیر مستقیم بر مقاومت سنگ در یخبندان دارد. هرچه سنگ متخلخل‌تر باشد، مقاومت آن در برابر یخبندان کم‌تر می‌شود. سنگ ریزبافت سریعتر از درشت بافت ترک برداشته و پرداخت می‌شود.

شرحی دیگر بر انواع سنگ‌های ساختمانی

۱. آرژیلیت: سنگی دگرگونی از رس بوده که تفاوت آن با شیل در تحمل تغییرات و تفاوت آن با اسلیت در نداشتن خطوط شکاف (کلیواژ) است. آرژیلیت عمدتاً به صورت سنگ مالون برش خورده دستی و قلوه سنگ تولید می‌شود. موارد استفاده در ازاره، کف، کف پنجره و درپوش‌های سنگی است.

۲. گرانیت: سنگی آذرین بوده، سخت و صیقل پذیر است. سنگ ساختمانی مالون را با ابعاد مشخص از گرانیت با تلورانس ۹/۵ میلیمتر برش می‌دهند.

۳. سنگ سبز: فاقد رگه است.

٤. کوارتز: با گرانیت اشتباه گرفته می‌شود، در حالیکه ترکیبات کاملاً متفاوتی با گرانیت دارد. کوارتز سخت‌تر از گرانیت است. سنگ کوارتز، ماسه کوارتزی است که با سیلیس بهم چسبیده و کریستالی و درشت دانه است.

۵. سنگ آهک: سنگی رسوبی است. شامل سه دسته زیر است:

۵. الف. سنگ آهک آئولیتی: سنگ کربنات کلسیمی که در طبیعت به صورت غیرکریستالی بوده و فاقد خطوط شکاف است.

۵. ب. سنگ آهک دولومیتی: کربنات منیزیم فراوان دارد. کریستالی بوده و مقاومت فشاری و کششی بیش از سنگ آهک آئولیتی دارد.

۵. ج. سنگ آهک کریستالی: کریستال کربنات کلسیم بوده و مقاومت بالای فشاری و کششی دارد. قابلیت جذب آب پائین و ترکیبی نرم داشته و به رنگ خاکستری روشن یافت می‌شود.

٦. تراورتن: سنگی رسوبی است و بیشتر به عنوان سنگ تزئینی داخل ساختمان مصرف دارد.

۷. سنگ مرمر: سنگی دگرگونی از سنگ آهک و دولومیت بوده که برای استفاده داخلی مناسب است. زیرا اگر در خارج ساختمان استفاده شود، زود فاسد می‌شود.

۸. سرپانیتن: سنگی آذرین، متراکم و فاقد شکاف بوده که مهمترین ماده آن سیلیکات منیزیمی سبزرنگ است. برای استفاده داخلی مناسب است. سرپانتین سیاه مقاومت بالا در مقابل مواد شیمیائی و مقاومت کم در برابر هوازدگی دارد. برای قرنیز مناسب است، چون تغییر رنگ نمی‌دهد.

۹. ماسه سنگ: سنگی رسوبی بوده که از دانه‌های سیلیسی بهم چسبیده تشکیل شده است. سختی و دوام آن به نوع ماده چسباننده بستگی دارد که ممکن است سیلیس، اکسیدآهن یا رس باشد.

۱۰. اسلیت: سنگی دگرگونی از رس ها و شیل هاست. خصوصیت منحصر به فرد اسلیت، بریدن آن به صورت صفحات نازک و سخت ٦ میلیمتری است که سنگ لوحه (اسلیت) نامیده می‌شود. در برابر هوا در مدت طولانی تغییر رنگ می‌دهد. به صورت سه بافت شکافدار طبیعی، پرداخت ماسه‌ای و بافت تیز شده تولید می‌شود. به سه نوع ابعادی منظم، سنگفرش نامنظم و اسلیت تقسیم می‌شود. ابعاد اسلیت سنگفرش ۰/۱ مترمربع است.

۱۱. شیست: سنگی دگرگونی و متورق بوده که برای مکان در معرض آتش مناسب است.

حداقل وزن ویژه فضائی سنگ شیست ۱/۸ $\frac{ton}{m^3}$ و حداکثر درصد وزنی جذب آب ۸ درصد و حداقل ضریب نرم شوندگی را داراست. تاب فشاری و خمشی سنگ نباید از ۱/۵ $\frac{kg}{cm^2}$ کمتر باشد. از جمله سنگ‌های مورد استفاده در نما و کف: تراورتن، مرمریت، مرمر، چینی، گرانیت، بازالت و... است.

***

نکاتی در مورد سنگ

شناسایی قطعی سنگ در آزمایشگاه با آزمایش‌های شیمیائی یا حرارتی، اشعه X، میکروسکوپ پلاریزان و... انجام می‌گیرد. برای نامگذاری سنگ ها از پیشوند لوکو برای رنگ روشن و مزو برای رنگ متوسط و بینابین و ملا برای رنگ تیره استفاده می‌شود. کنلگومرا سنگی رسوبی است. انواع سنگ‌های دگرگون شامل فیلیت ها، شیست ها، گنیس ها و گرانولیت ها و... است. از فیلیت ها در پوشش بام شیبدار به صورت صفحات نازک که سیاه رنگ نیز هستند، استفاده می‌شود.

شیست ها لایه لایه و تیره رنگند. اگر مقدار میکا در شیست ها زیاد باشد، سطح را براق می‌کند که به آنها میکا-شیست گویند. شیست را به صورت ورقه در فرش کف نیز استفاده می‌کنند. نام دیگر شیست، آردوال است. گنیس ها، گرانیت دگرگون شده اند که شبیه گرانیت بوده و مقاومت مناسبی دارند.

از جمله دیگر سنگ‌های دگرگون اکلوژیت یا گارنت (سرخ رنگ)، امفاسیت (سبزرنگ) و آمفی بولیت است. به آمفی بولیت سنگ هر کاری گویند که در برابر اسیدها و بازها مقاومند. سرپانتین (سنگ پادزهر) و سنگ مرمر نیز از جمله سنگ‌های دگرگونی اند.

در گروه بندی شیمیائی، سنگ ها را به ۳ گروه تقسیم می‌کنند: سنگ‌های سیلیسی، سنگ‌های سیلیکاتی و سنگ‌های آهکی. سنگ‌های سیلیسی مانند ماسه سنگ ها و کوارتزیت ها. سنگ‌های

سیلیکاتی مانند فلدسپات ها، هورن بلند، سرپانیتن و میکا. سنگ‌های آهکی که مشتمل بر کانی‌های کلیست و آراگونیت و دولومیت است.

کانی معمولی یا شاخص به آندسته از کانی ها گویند که در یک گروه از سنگ ها بوده و در گروه‌های دیگر یافت نمی‌شود. ساخت و بافت نقش عمده‌ای در شناسایی سنگ دارد. بافت سنگ عبارتست از دانه بندی، ارتباط بین اجزا، اندازه و شکل دانه و تبلور. در سنگ‌های آذرین بافت به صورت شیشه ای، حفره ای، بادامکی، پرفیری بوده و ساخت منشوری و جریانی است. در سنگ‌های رسوبی، بافت اواولتیک، دانه‌های گرد و نیمه گرد بوده و ساخت، لایه ای، چند بندی مورب و موج نما است. در سنگ‌های دگرگونی، بافت فولیاسیون، شیستوزیته، کلیواژ بوده و ساخت، اوگن و یا نظایر آن است.

برای برش سنگ از اره سیمی نیز استفاده می‌شود. عامل برش در اره سیمی، ماسه کوارتزی است و نقش سیم حرکت دادن ماسه ها در امتداد شکاف است. در روش برش اره سیمی یا کابل الماسه، اولین بلوک کناری که برداشته می‌شود را بلوک کلید و بقیه بلوک ها را قله سنگ گویند.

آماده کردن سنگ به دو روش کار کردن روی آن یا خرد کردن انجام می‌گیرد. آماده کردن سنگ خام در معدن یا کارگاه را اصطلاحاً قواره کردن گویند. انواع سنگ‌های ضخیم شامل قلوه رودخانه ای، سنگ لاشه، سنگ قواره، سنگ بادبر یا رگه ای، سنگ بادکوبه ای، سنگ چند وجهی نامنظم، سنگ لایه لایه یا تخته‌ای (مانند سنگ میگون) و سنگ ویژه است. سنگ ویژه به اشکال گوناگون طبق نقشه تراشیده می‌شود.

از اضافات سنگ در کارخانه برای ساخت رویه موزائیک، نماسازی سیمانی، بندکشی درز کاشی و... استفاده می‌شود.

سنگ را با ملات یا بست فلزی نصب می‌کنند. سنگ نما در ایران بیشتر از نوع آهکی با سختی کمتر از ۳ و برش پذیر است. سنگ آهکی ته نشسته متراکم را مرمریت گویند. عمده ترین سنگ ساختمانی در ایران مرمر (نوعی سنگ آهکی دگرگون شده) است. از دیگر سنگ‌های مورد استفاده در ایران تراورتن و گرانیت، دیوریت با سختی بیش از ٦ است که برای نما، کف و پله استفاده می‌شود. سنگ‌های آبرفتی در رو سازی راه، راه آهن و بتن ریزی مصرف دارند.

سنگ ریز دانه را بهتر تیشه داری می‌شود. سنگ ساختمانی را معمولاً از عمق استخراج نمی‌کنند. حجم آب در موقع یخ زدن ۹ درصد افزایش می‌یابد. مواد مؤثر برای جلوگیری از تغییر رنگ سنگ و حفاظت در برابر خورشید عبارتست از آب شیشه، فلوئورو سیلیکات سدیم و آلومینات یک اسید چرب. سنگ ضد آتش مانند سنگ صابونی (تالکوم)، بازالت، توف، دیاباز. سنگ ضد اسید مانند گرانیت، دیوریت، کوارتزیت، ماسه سنگ سیلیسی، دیاباز، بازالت. سنگ ضد قلیا مانند سنگ آهکی متراکم، دولومیت، منیزیت، ماسه سنگ آهکی.

در ادامه به ذکر نکاتی چند در مورد شن، ماسه، خاک و سنگ می‌پردازیم:

سنگ آهک، سنگ گچ، تراورتن جزو سنگ‌های رسوبی است. از شیست برای فرش کف پیاده رو استفاده می‌کنند. نام دیگر تالک، طلق نسوز است. در تونل سازی بیشتر از سنگ بادکوبه‌ای استفاده می‌شود. مرمرها، نور را عبور می‌دهند. مهمترین ویژگی خاکرس خشک، خاصیت شکل پذیری آن است. وسائل تزئینی را با سر پانتین ماربل می‌سازند. ضخامت سنگ پلاک بر اساس مقاومت آن است.

ACV، آزمایش سنجش مقاومت سنگدانه است. خاصیت چسبندگی لای بیش از رس و شن و ماسه است. علت اضافه کردن بنتونیت به خاک سفالگری، افزایش شکل پذیری و مقاوم شدن سفال در برابر ضربه و حرارت است.

از نبتونیت برای تصفیه روغن و از کائولن برای با کیفیت کردن رنگ کاغذ، ساخت سیمان سفید و رنگ روغن استفاده می‌شود. پلاستیسیته خاک سفال>کائولن>بنتونیت>گل اخرا است.

میزان سولفات در خاکرس بر حسب SO_3 نباید بیش از ۰/۵ درصد باشد. میزان کلرورها و پتاسیم و سدیم در مجموع نباید بیش از ۰/۱ درصد باشد. وزن مخصوص عبارتست از نسبت وزن به حجم بدون منافذ. قابلیت نفوذپذیری آب در سنگ بستگی به تخلخلِ آن دارد. نرم شدگی در سنگ به حالت اشباع سنجیده می‌شود. قابلیت جذب آب، مقدار آبی است که مصالح می‌توانند جذب و نگهداری کنند. منظور از همگن بودن نمونه ها، یکسان بودن از نظر خواص است. تراورتن قابل قواره شدن و صیقل پذیر است ولی جلاپذیری بالایی ندارد. خواص شیمیائی

مصالح عبارتست از مقاومت در برابر اسید، باز و گازها. رابطه ضریب پوکی e و تخلخل p :

$$(P = \frac{e}{e+1})$$

سختی کوارتز ۷ و سختی منیزیت ٤ است. سنگ پا جزو سنگ‌های آتشفشانی است. دولومیت سنگی رسوبی و آهکی است. خواص فیزیکی مصالح عبارتست از رطوبت، تخلخل، همگنی و ضریب نرم شوندگی. میکا از جمله سنگ‌های سیلیکاتی است.

ضریب نرم شدن سنگ عبارتست از نسبت تاب فشاری نمونه خیس شده در آب به مدت حداقل ٢٤ ساعت به تاب فشاری همان سنگ در حالت خشک. سختی تراورتن ٥-٣ تا ۷، سختی گرانیت ۷-٥، سختی مرمریت ٥-٣، سختی مرمرها ٥/٥-٣ است. تراورتن برای مصرف در پله، کف و دست انداز داخلی و مصرف توف برای دست اندازهای خارجی نامناسب است.

تقسیم بلوک‌های سنگ‌های طبیعی به ٤ گروه گرانیت ها، مرمریت ها، سنگ‌های آهکی و توف ها است. منظور از سنگ‌های ثانویه، سنگ‌های رسوبی است. کنلگومرا نوعی ماسه سنگ و سنگی رسوبی است. سنگ گچ به طریق شیمیائی رسوب می‌کند. ماسه سنگ نوعی سنگ ته نشسته است. خصوصیاتی از یک سنگ که روی نمونهٔ نسبتاً بزرگی از آن مشاهده می‌شود، مانند لایه‌ای بودن معرف ساخت سنگ است. خصوصیاتی از یک سنگ که روی نمونهٔ نسبتاً کوچکتر آن مشاهده می‌شود، مانند بلوری بودن معرف بافت سنگ است. بافت سنگ معرف کارپذیری و قیمت تولید سنگ است. مهمترین جز تشکیل دهنده ماسه، کوارتز است. سنگ مناسب برای ایجاد نمودن حالت روستایی کوارتز است. چینی و مرمر دو سنگ آهکی دگرگون شده اند. یکی از معایب اصلی مرمرها فاسد شدن در معرض شرایط جوی است.

برای مکان در معرض آتش سوزی شیست مناسب است که دلیل آن وجود ٦ تا ١٠ درصد آب شیمیائی است. سنگی که با ضربه صدای خفه بدهد، پوک است. تقسیم بندی سنگ‌های آذرین به صورت درونی یا نفوذی، خروجی یا آتشفشانی است.

دو جز اصلی سنگ‌های رسوبی جزء آواری و جزء شیمیائی است. از انواع سنگ لاشه و قواره و مشابه آنها در تونل سازی، پل سازی و دیوارسازی استفاده می‌شود، به این سنگها مالون گویند. سه دسته عمده سنگهای چینی: چینی سفید، چینی کریستالی و چینی خاکستری است.

کلیه سنگ‌های دگرگون شده آهکی را از نظر علمی مرمر یا ماربل گویند. ارتفاع پله همان پیشانی پله است، دیاباز، گرانیت سیاه است. سنگ سبز جاجرود از سنگهای توف است. طبقه بندی سنگهای رسوبی به سه دسته آهکی، سیلیسی و رسی است. عامل اصلی فساد در سنگها اثر نمک‌های محلول بر آنها است.

آجر

آجر به خشت هایی گفته می‌شد که فرامین دولتی را روی آن می‌نوشتند. خاکرس از مصالح تهیه آجر است. لازم نیست که این خاکرس خالص باشد، فقط نباید ناخالصی مانند ریشه گیاهان، زغال و چوب داشته باشد. زیرا این مواد سوخته، جایشان در آجر خالی شده و مقاومت آجر کم می‌شود.

خاکرس مصرفی آجر با فرمول کلی $AL_2O_3, SiO_2, n\ H_2O$ بوده که شامل مقادیر زیر است: SiO_2 به میزان ٦٠-٤٠ درصد، AL_2O_3 به میزان ٢١-٩ درصد، Fe_2O_3 به میزان ١٢-٣ درصد، CaO حداکثر به میزان ١٧ درصد و MgO به میزان ٤ درصد.

عمل آوری خاک در آجر به این معناست که خاک را عاری از ناخالصی کنیم. سیلوی ذخیره خاک برخلاف سایر سیلوها فاقد وسایل جنبی مانند سیلوی سیمان است، یعنی اگر سرپوشیده باشد، کافی است.

با اضافه کردن ٢٠ درصد آب به خاکرس، آنرا تبدیل به گل می‌کنیم. آب نباید با خاکرس ترکیب شیمیائی دهد. در روش سنتی گل را ٣ تا ٤ ساعت به حال خودرها می‌کنند تا کاملاً خاک با آب مخلوط شود. آب زیاد در گل پس از خشک شدن، خشت را پوک و کم مقاومت می‌کند.

قالب زنی قدیمی با وسایل چوبی بوده و خشت بر اساس لغزندگی دانه ها شکل می‌گرفت. قالب زنی جدید در کارخانه با پرس صورت می‌گیرد. در این امر از خاصیت لغزندگی دانه ها استفاده نمی‌شود، بلکه فشار عامل شکل گیری است. آبِ گل در این نوع قالب زنی ٨ درصد است که دیگر نیازی به خشک کردن نیست. میزان فشار متغیر بوده، ولی هرچه آب در گل بیشتر باشد، به فشار کمتری نیاز است. یعنی با ٨ درصد آب، فشاری حدود ٨٠ $\frac{kg}{cm^2}$ نیاز است.

هرچه هوا در خشت کمتر باشد، دانه‌های ریز فضای بین دانه‌های درشت را پر کرده و جسمی توپر با وزن مخصوص بالا حاصل می‌شود که نتیجه آن آجری باربر و مقاوم‌تر است.

در برخی کارخانه ها، خشت زنی در محفظهٔ خالی از هوا انجام می‌گیرد. خشک کردن خشت به طریق سنتی در فصول مختلف سال بین ۱۵-۳ روز به طول می‌انجامد. برای خشک کردن آجر آنچنان دقتی که در خشک کردن کاشی لازم است، مورد نیاز نیست. خشک کردن خشت در تونل هوای گرم ٤٨ ساعت و در دالان خشت خشک کنی ٧-٤ روز طول می‌کشد.

آجرپزی به معنای گرفتن آب شیمیائی خاکرس بوده، به طوریکه هیدروسیلیکات آلمنیوم به سیلیکات آلمینیوم تبدیل شده و خشت مستحکم شود و بتواند نیری فشار ۱۰۰ $\frac{kg}{cm^2}$ را تحمل نماید. پختن آجر در دمای ۹۰۰ درجه صورت می‌گیرد. در دمای ۱۰۰ درجه آب فیزیکی خشت تبخیر می‌شود، در ۵۰۰ درجه آب شیمیائی تبخیر شده و در ۹۰۰ درجه ذرات خاکرس به صورت خمیری درآمده و بهم می‌چسبند.

انواع کوره آجرپزی

۱. آجر ثابت، آتش ثابت (کورهٔ چاهی، حلقه یا تنوره ای):

در این کوره ٧-٦ روز پختن آجر طول می‌کشد. خشت ها را کنار هم قرار داده و با ٥-٤ سانتیمتر کاهگل آنرا پوشانده و حرارت می‌دهند در نتیجه آجرهای این کوره غیریکنواختند. کار کوره غیرپیوسته بوده و فقط ٧٠-٦٠ درصد آجرها مورد مصرف اند.

۲. آجر ثابت، آتش رونده (کوره هوفمن):

متداولترین نوع کوره آجرپزی است. شامل ۱۵ تا ۲۰ اطاقک پیرامون بیضی یا دایره و دودکشی در مرکز آن تعبیه شده است. کار کوره پیوسته و سوخت آن، گاز طبیعی، نفت و زغالسنگ است. عمل پختن ٤-٣ روز طول می‌کشد. فقط ۲ تا ۳ درصد از محصول غیرقابل مصرف است.

۳. آجر رونده، آتش ثابت (کوره تونلی):

برای تهیه آجر ممتاز وکاشی از این تونل استفاده می‌شود. حرارت قابل کنترل بوده و محصول یکنواختی تولید می‌کند. کار کوره پیوسته است.

به طور کلی تولید آجر به دو صورت آجر فشاری و ماشینی است. آجر فشاری با ابعاد ۵×۱۰×۲۰ یا ۵/۵ ×۱۱×۲۲ سانتی متر است. به دلیل اینکه در ابتدا قالب با فشار انگشتان دست پر می‌شد به این نوع آجر فشاری گویند که برای گری چینی و طاق ضربی استفاده می‌شود.

منظور از گری چینی آجر پشت کار است که روی آن با نما پوشانده می‌شود. اما آجر ماشینی یا سوراخدار، آجری با ۸ یا ۱۰ سوراخ به قطر ۱/۵ تا ۲ سانتیمتر بوده که به نام‌های ۸ سوراخه یا ۱۰ سوراخه معروف هستند. از آجر فشاری تردتر بوده و مکندگی کمتری دارد. به دلیل مکندگی کم، بهتر است در طاق ضربی استفاده نشود. در دیوارچینی، ملات به سوراخ ها نفوذ کرده و این امر باعث استحکام و یکپارچگی بیشتر می‌شود. این نوع آجر برای دیوار آجری مسلح نیز مناسب است که برای مقاومت در برابر زلزله، از سوراخ ها میلگرد عبور کرده که موجب تسلیح دیوار می‌شود. ابعاد آجر ماشینی ۵/۵×۱۱×۲۲ سانتیمتر بوده و از آجر فشاری گونیاتر و صاف‌تر است. به طور کلی برای دیوار حمال نامناسب ولی برای تیغه چینی مناسب است. آجر ماشینی وزنی کمتر از آجر فشاری دارد. ولی به همراه ملات وزنی تقریباً معادل آجر فشاری دارد. سوراخ‌های آجر باید ضخامت آنرا طی کرده و مجموع سطح مقطع سوراخ ها نباید بیش از ۲۵ درصد سطح بزرگتر آجر باشد. فاصله سوراخ ها از لبهٔ آجر و نیز از هم، در هر بعد نباید کمتر از ۳۰ درصد طول همان بعد باشد.

برای گری چینی رنگ مهم نبوده، بلکه مقاومت مهم است. آجر با رنگ زرد کمرنگ را آجر سفید، آجر با رنگ زرد پررنگ را آجر بهی، آجر با رنگ قرمز را آجر ابلق و آجر با رنگ قرمز و زرد را آجر بهمنی گویند. علت رنگی شدن آجرها به طریقه چیدن آنها در کوره و نحوهٔ آتشدان یا وجود اکسید فلزات موجود در آجر بستگی دارد.

آجر ختایی آجری با ابعاد ۵-۴×۲۰×۲۰ سانتیمترو آجر نظامی یا قزاقی آجری برای فرش کف و حیاط، که فرش کف پادگان‌های نظامی اولین مورد استفادهٔ آنها بوده است. ابعاد این آجر ۵×۴۰×۴۰ سانتیمتر است.

بر اساس استاندارد ۷ برای آجرهای ماشینی رواداری ابعاد آجر در مورد آجر دستی در طول ۴ ± ۲۱۰ میلیمتر، در عرض ۳ ± ۱۰۰ میلیمتر و در ضخامت ۲ ± ۵۵ میلیمتر است. در مورد آجر

ماشینی این رواداری در طول ۲ ± ۲۲۰ میلیمتر، در عرض ۱ ± ۱۰۵ میلیمتر و در ضخامت ۱ ± ۵۵ میلیمتر است.

بنابراین بر اساس همین استاندارد ابعاد آجر دستی ۵/۵×۱۰×۲۱ سانتیمتر و ابعاد آجر ماشینی ۵/۵×۱۰/۵×۲۲ سانتیمتر معرفی شده است.

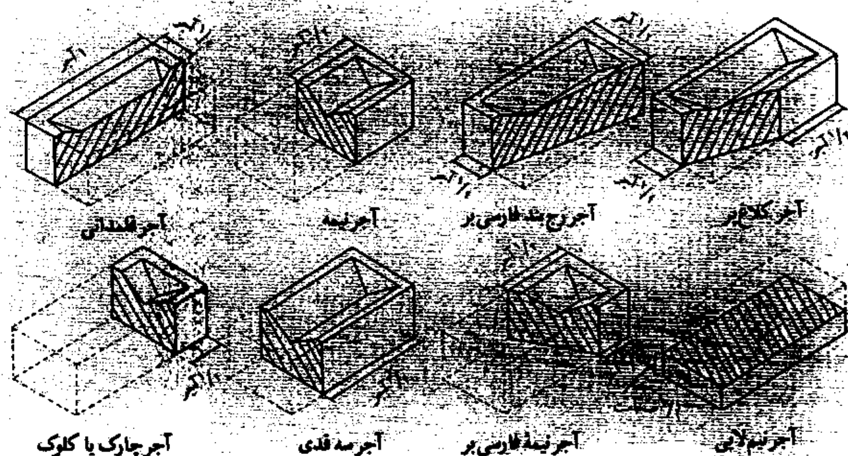
آجر مرغوب خوب پخته شده، رنگی باز و روشن داشته و هنگام بهم کوبیدن صدای زنگ می‌دهد. توپر و متراکم‌تر بوده و کمتر در حمل و نقل می‌شکنند.

درجه بندی آجر بر اساس استاندارد به صورت زیر است:

آجر با کیفیت ویژه و درجه ۱، با خاصیت جذب آب ۱۵ درصد، می‌تواند فشار معادل ۳۵۰ $\frac{kg}{cm^2}$ را تحمل کند. آجر با کیفیت معمولی و درجه ۲، با خاصیت جذب آب ۱٦ درصد، می‌تواند فشاری معادل ۲۵۰ $\frac{kg}{cm^2}$ را تحمل کند. آجر با کیفیت مناسب و درجه ۳، با خاصیت جذب آب ۱۸ درصد، می‌تواند فشاری معادل ۱۵۰ $\frac{kg}{cm^2}$ را تحمل کند. برای مقاومت بیشتر آجر در برابر نیروهای کششی آنها را کله راسته می‌چینند.

شکل‌های مرسوم آجر

منظور از واژه سه قد در آجر $\frac{3}{4}$ آجر کامل است. منظور از نیمه، $\frac{1}{2}$آجر کامل، چارک $\frac{1}{4}$آجر کامل، کلوک کوچکتر از $\frac{1}{4}$ آجر کامل و لایه نصف آجر کامل با ابعاد ۲/۵×۱۰×۲۰ سانتیمتر است.



شکل۳. شکل‌های مختلف آجر

از دیگر قطعه‌های آجر با اشکال مختلف می‌توان از کاردی، دم کلاغی، قلمدانی و... نام برد. به طوری کلی به هر آجر کوچکتر از کامل، پاره آجر گویند. تیشه داری آجر به معنای رنده کردن، گونیا کردن و تراشیدن سطوح آجر است، به طوریکه آجرها به ابعاد مورد نظر درآمده و حتی المقدور مستوی و گونیا شوند.

آجر جوش

آجر جوش آجری است که در حرارت بالا، خاک رس آن روان شده، شیشه‌ای می‌شود. رنگ این آجرها متمایل به سبز بوده و خاصیت مکندگی بسیار کمی حدود ۳-۲ درصد دارند. از آجر معمولی تردتر و شکننده‌تر بوده و استفاده از آن برای دیوار حمال و مخصوصاً طاق ضربی ممنوع است.

این نوع آجر به علت غیرقابل نفوذ بودن در برابر آب، و مقاومت در برابر عوامل جوی و اسید و باز برای فرش کف کانال فاضلاب مناسب است. در تهیه آجر جوش مواد گداز آور مثل اکسیدهای آهن بیشتر استفاده می‌شود و حرارت کوره را تا ۱۲۰۰ درجه می‌رسانند. باید از جاری

شدن آجر ممانعت به عمل آید. قبل از تهیه باید حد جاری شدن خاک را مورد بررسی قرار داد. وزن مخصوص آجر جوش از آجر معمولی بیشتر و حدود ۱/۹ است .

امراض آجر

از جمله امراض آجر، آلوئک و سفیدک است. آلوئک به علت وجود $CaCO_3$ در مواد اولیه آجر پدیدار می‌شود. همچنین آهک شکفته، آهک سوخته و منیزی سوخته نیز باعث ایجاد آلوئک می‌شود. سفیدک ها به صورت سفیدک‌های کربناتی، سولفاتی، کلروری و نیتراتی هستند. اگر نمک این اسیدها در مواد اولیه آجر باشد، آب باران با CO_2 هوا ترکیب شده و H_2CO_3 را که اسیدی ناپایدار است، تولید می‌کند. این اسید با کربنات ها یا سولفات ها ترکیب شده و نما را سفیدکی یا شوره‌ای می‌کند. برای رفع سفیدک، ابتدا نوع نمک را تعیین کرده و از حلال‌های مخصوص یا گونی و برس سیمی، برای رفع آن استفاده می‌کنند.

انواع دیگر آجر

انواع دیگر آجرها مانند آجرهای ماسه آهکی و بلوک‌های سفالی است.

۱. آجر ماسه آهکی ترکیبی از ماسه، اکسیدمنیزیم، خاکرس و آهک است. ماسه به میزان ۹۵ درصد مورد نیاز است. ماسه باید سیلیسی باشد، زیرا باید آهک با SiO_2 ترکیب شده تا سختی مورد نظر حاصل گردد. ماسه باید پاک و عاری از ناخالصی باشد. دانه‌های ماسه باید بین ۱ تا ٦ میلیمتر باشد. هرچه اندازهٔ ماسه ۱ میلیمتری بیشتر باشد، آجر با کیفیت‌تر می‌شود. منحنی دانه بندی ماسه جهت تهیه آجر ماسه آهکی باید پیوسته باشد. میزان اکسید منیزیم MgO و خاکرس هرچه کمتر باشد، بهتر است. جمع ایندو نباید از ۳ درصد بیشتر شود. آهک مورد نیاز برای تهیه آجر ماسه آهکی باید خالص و حداقل ۹۰ درصد CaO باشد. آهک باید حتماً هیدراته شده باشد و حداکثر بزرگی دانه‌های آن ۰/۵ میلیمتر باشد.

میزان مورد نیاز آهک ۸-٦ درصد است. ابتدا مواد را مخلوط کرده، پرس نموده و با حرارت ۲۵۰ درجه و فشار ۱۷-۸ اتمسفر آنرا می‌پزند. کورهٔ پخت آجر ماسه آهکی تقریباً تونلی است و پخت به صورت اتوکلاو یعنی تحت فشار زیاد صورت می‌گیرد. هرچه حرارت و فشار بیشتر

باشد، زمان پخت کمتر است. تحت حرارت ثابت، با فشار ۸ اتمسفر زمان ۱۵ ساعت برای پخت نیاز است. اگر فشار به ۱٦ اتسمفر برسد، زمان پخت به ۳ ساعت کاهش می‌یابد. اقتصادی ترین فشار ۱۵ اتمسفر با زمان پخت ۵ ساعت است.

۲. بلوک سفالی به صورت بلوک سقفی بین تیرچه و بلوک تیغه‌ای است. بلوک سفالی باربر نیست. استاندارد ۷ بلوکهای سفالی را آجر توخالی نامیده و برای تعداد سوراخ ها و درصد سطح آنها محدودیتی قائل نشده است. ماده اصلی تهیه بلوک‌های سفالی خاکرس بوده که این خاکرس با دقت زیادی تهیه شده است، زیرا تغییر شکل بلوک‌های سفالی از آجر فشاری مهم‌تر است.

***

بیشتر از خاکرس آبرفتی برای تهیه آجر استفاده می‌شود. خاکرس زیاد، گل آجر را توپر می‌کند، ولی موجب ترک خوردن خشت هنگام خشک شدن می‌گردد.

ماسه استخوانبندی آجر است که از هوازدگی سنگ‌های سیلیسی بدست می‌آید. در صورت افزایش ماسه در مواد اولیه، آجر را ترد و پوک کرده و دانه‌های درشت موجب ترک خوردگی می‌شود. آهک در مواد اولیه آجر اگر به صورت دانه ریز و همگن باشد باعث روشن شدن رنگ آجر می‌شود و افزایش آن نقش گداز آور را داشته و باعث جوش شدن آجر می‌شود. آهک درشت دانه در آجر باعث آلوئک می‌شود. ترکیبات آهن دار در آجر نیز نقش گدازآور داشته و رنگ محصول را قرمز می‌کنند.

گل به سه صورت برای تهیه آجر استفاده می‌شود:

۱. گل خشک: ۱۲-۸ درصد آب داشته و با پرس به آن شکل می‌دهند. کلیه سفال‌های رسی ساختمانی به این روش ساخته می‌شود.

۲. گل سفت: ۲۵-۲۰ درصد آب داشته و خشت زنی به صورت ماشینی (هیدرولیکی) به روش منشوری انجام می‌گیرد.

۳. گل خمیری: حدود ٦۰ درصد آب داشته و برای خشت زنی به روش دستی مناسب است.

خشک کردن خشت خام قبل از پختن به دلیل جلوگیری از تغییر شکل زیاد و ترک و صرفه جوئی در سوخت انجام می‌شود. جمع شدگی در خشتِ خشک شده حدود ۱۰ درصد در هر بعد است.

درجه حرارت کورهٔ خشت خشک کن ۲۰۰-۴۰ درجه بوده و زمانِ ۴۸-۲۴ ساعت برای خشک شدن نیاز دارد که این زمان به رس بستگی دارد. رطوبت خشتِ خشک شده بین ۱۲-۸ درصد است.

پختن آجر با توجه به نوع کوره، نوع رس و... ۱۵۰-۴۰ ساعت است.

در کوره تا دمای ۱۲۰-۱۰۰ درجه دمای کوره را به کندی افزایش می‌دهند تا خشک شدن خشت کامل شود. پس از آن دما را به سرعت بالا برده تا آب تبلور کائولن تبخیر شود یا به عبارتی دی هیدراته گردد و خشت به نهایت تخلخل برسد. مصالح رسی زودگداز در ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه کاملاً گداخته می‌شوند که مقاومت در برابر نفوذ آب و یخبندان و مقاومت مکانیکی آجر را بالا می‌برند. برای جلوگیری از ترک، آجرها را آهسته سرد می‌کنند.

بر اساس استاندارد ۷ برای آجرهای سوراخدار، جمع مساحت سوراخ ها باید بین ۲۵ تا ۴۰ درصد سطح آجر باشد. بعد سوراخ‌های مربع و قطر سوراخ‌های دایره‌ای حداکثر به ۲۶ میلیمتر محدود شود. فاصله بین سوراخ و لبهٔ آجر باید بیش از ۱۵ میلیمتر و فاصلهٔ بین دو سوراخ بیش از ۱۰ میلیمتر باشد.

وزن مخصوص هر دو نوع آجر دستی و ماشینی نباید کمتر از ۱/۷ $\frac{ton}{m^3}$ و وزن مخصوص فضائی آنها نباید کمتر از ۱/۳ $\frac{ton}{m^3}$ باشد.

آجرهای نما باید در برابر یخبندان مقاوم باشند. درصد وزنی جذب آب در آزمایش ۲۴ ساعته، در مورد آجر ماشینی از ۱۶ درصد و در مورد آجر دستی از ۲۰ درصد بیشتر نشود و در هر دو مورد آجر دستی و ماشینی از ۸ درصد کمتر نشود. قطعات نازک آجری را آجر دوغابی و آجر بندکشی شده را آجر موزائیکی گویند.

ترک عمیق در سطح متوسط آجر تا عمق ۴۰ میلیمتر در پشت کار بلا اشکال است. ولی به طور کلی درصد آجرهای ترک دار از ۲۵ درصد بیشتر نباشد. پیچیدگی در امتداد سطح بزرگ آجر حداکثر ٤ میلیمتر، در امتداد سطح متوسط آجر تا ۳ میلیمتر مجاز است. آجر نباید انحنا و فرورفتگی بیش از ۵ میلیمتر داشته باشد و این مقدار در صورتی قابل قبول است که میزان آن از ۲۰ درصد کل آجرها بیشتر نشود. دیوار آجری ۲۲ سانتیمتری، ٦ ساعت در مقابل آتش مقاوم است. ضریب انبساط و انقباض آجر بسیار کم است و در حدود ۰/۰۰۰۳ است. دیوار آجری متراکم هادی صوت بوده و کاهش انتقال صوت در دیوار آجری همگن، متناسب با لگاریتم وزن دیوار است. جذب صدا در سطح آجری در فرکانس طبیعی پائین است که با استفاده از اندود و نقاشی یا استفاده از آجر سبک کمتر نیز می‌شود. برای برطرف کردن شوره سطح را با مخلوط ۲ تا ٤ درصد آب و سرکه و با برس نرم شوره زدائی می‌کنند.

آجر کامل یا همان آجر ختایی با ابعاد ۲۵×۲۵×۵ یا ۲۰×۲۰×۵ سانتیمتر است. نیمهٔ آجر ختائی را آجر امروزی گویند. (۵×۱۰×۲۰ سانتیمتر) اگر از آجر دو منشور مساوی و متساوی الساقین که هر وجه آن نصف عرض آجر باشد، جدا کنیم، آجر الماسی بدست می‌آید.

آجر فشاری برای سفت کاری و زیرکاری به روش دستی تولید می‌شود. به علت اینکه مکندگی آجر سفالی کم است، آنرا سوراخدار کرده تا ملات در آن نفوذ کند. آجر قزاقی با کیفیت خوب و رنگ سفید تولید می‌شود. از جمله آجرهای قدیمی، آجر نظامی با ابعاد ۵×۵۰×۵۰ سانتیمتر و آجر ختائی با ابعاد ۵×۲۵×۲۵ سانتیمتر است. آجر لعابی هم ساخته می‌شود که در برابر رطوبت و مواد شیمیائی مقاوم است.

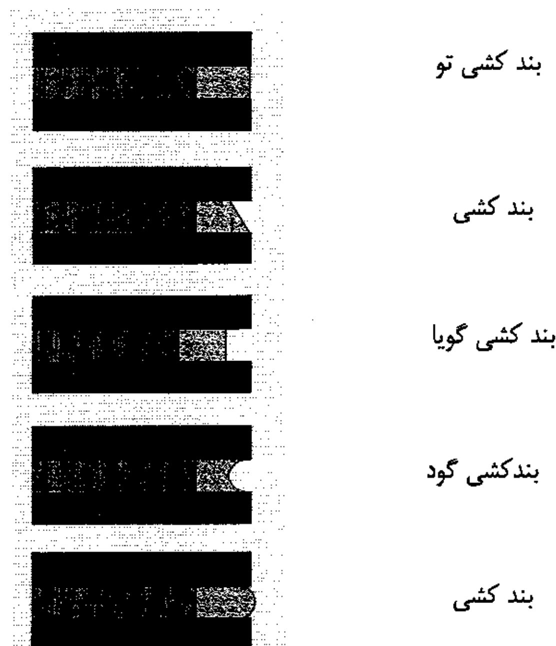
نکات کلی در مورد آجر و آجر چینی

دیوار چینی باید کاملاً شاقول و قائم باشد. ضخامت بندهای آجری نباید کمتر از ۱۰ میلیمتر و بیشتر از ۱۲ میلیمتر باشد و باید عمق آن در نمای آجری ۱۵ میلیمتر باشد. با توجه به آب و هوا، آجر حدود ٦۰ دقیقه خیسانده می‌شود. (زنجاب)

اگر به جای ملات ماسه سیمان ۱:۳ از ملات با تارد ۱:۱:۶ استفاده شود، اگرچه مقاومت ملات ۴۰ درصد کاهش می‌یابد، ولی مقاومت آجر کاری فقط ٤ درصد کاهش خواهد یافت. نباید اختلاف ارتفاع دیوارچینی در موقع چیدن در یک قسمت با قسمت‌های دیگر بیش از ۱ متر باشد. پیوند بین دیوارهای متقاطع باید به صورت لابند و در کنج ها به صورت لاریز اجرا شود.

ضریب لاغری عبارتست از نسبت ارتفاع به عرض مقطع ستون یا ضخامت دیوار. ضریب لاغری دیوارهای آجری باربر با ملات ماسه سیمان نباید از ۱۸ بیشتر شود و در صورتیکه از ملات ماسه آهک استفاده می‌شود، ضریب لاغری از ۱۲ تجاوز نکند. اتصال دیوار به سازهٔ فلزی با استفاده از ۵۰ سانتیمتر میلگرد قطر ۸ است، که ۳۵ سانتیمتر آن داخل ملات بوده و بقیه به ستون جوش می‌شود و این عمل در هر متر تکرار می‌شود. اتصال دیوار به سازهٔ بتنی با میلگرد قطر ۱۰ به طول ٦۰ سانتیمتر است، که به صفحه فولادی در بتن جوش می‌شود.

نعل در گاه و چارچوب همزمان با دیوار اجرا می‌شوند. بنائی با آجر زیر ۵ درجه مجاز نیست. ملات آجرکاری را تا ۳ روز باید مرطوب نگه داشت. عرض بندکشی را ۱۰ میلیمتر می‌گیریم. نقش بندکشی پذیرش انبساط و انقباض سطحی و موضعی و جلوگیری از نفوذ آب است. ملات بندکشی باید ریز دانه و متراکم بوده تا مانع ایجاد خاصیت جاذبه موئی شود. حداقل عیار ملات ماسه سیمان بندکشی ٤۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب ماسه بوده و باید ماسه آن ماسه بادی باشد و قطر سنگدانه از یک میلیمتر بیشتر نشود.



شکل٤. شکل‌های بند کشی

از خاک رس در ساختِ سفال سقف شیبدار، موزائیک کف و نمای ساختمان که تخلخل کمتر از ٥ درصد دارد، استفاده می‌شود. کاشی و سرامیک از محصولات عمده خاک رس و سفال است. به خشت کاشی بیسکوئیت گویند. لعاب کاشی به صورت سوسپانسیون (معلق) است.

کاشی لعابی با قطر (ضخامت) ٤ تا ۱۲ میلیمتر تهیه می‌شود. سرامیک‌های موزائیکی نوعی موزائیک بوده که در کنار هم روی کاغذ کرافت چیده می‌شود. برای کاشی لعابدار یا بدون لعاب از دوغاب ماسه سیمان با نسبت حجمی ۱:۵ استفاده می‌شود و برای پرکردن بندها از دوغاب سیمان و پودر سنگ استفاده می‌کنند. چسباندن کاشی با چسب مخصوص نیز انجام شده که غالباً برای سطوح بتنی و گچی از این روش استفاده می‌شود. این چسب باید در برابر اسید، مواد نفتی و آب مقاوم باشد.

آجرهای نسوز با حداقل مواد گداز آور ساخته می‌شوند. نسوزها باید بتوانند حداقل حرارت ۱۵۸۰ درجه را در محیط شیمیائی و مکانیکی کوره تحمل کنند و ضریب انبساط، انقباض کم

داشته باشند. مقاومت شیمیائی و مکانیکی داشته، ترد نبوده و ترک هم نداشته باشند. مقاومت فشاری آجر نسوز باید ۱٦۰ $\frac{kg}{cm^2}$ باشد.

آجرهای ماسه آهکی یا آجرهای سیلیکات کلیسمی شامل آهک و ماسه سیلیسی بوده که در فشار و بخار شکل می‌گیرند. آجرهای ماسه آهکی در محیط اسیدی و نمک‌های محلول قوی، ضعیف اند. مقاومت در برابر آتش و ضریب هدایت حرارت و صوت در این آجرها مشابه آجرهای معمولی بوده و چگالی شان برابر با آنهاست. چون آجر ماسه آهکی نمکِ محلول ندارد، شوره و عدم چسبندگی ملات و حمله سولفاتی سیمان در آنها بروز نمی‌کند. برخلاف آجرهای رسی تازه که میل به انبساط دارند، آجر ماسه آهکی به هنگام خشک شدن منقبض می‌شود. به علت تأثیر آب بر آجرهای ماسه آهکی، استفاده از آنها برای کرسی چینی مناسب نیست. به علت اینکه تداوم حرارت موجب دی هیدراته شدن هیدروسیلیکات کلسیم در آنها می‌شود، برای پوشش کوره ها نامناسبند. جذب آب آجر ماسه آهکی ۲۰–۸ درصد است.

آجر سیمانی به کمک سیمان و شن و ماسه ساخته می‌شود، که از نظر مشخصات فنی برابر بلوک بتنی است.

بلوک سفالی با روش گل سفت از خاکرس گدازآور تهیه می‌شود. برای سقف تیرچه بلوک و تیغه و دیوار استفاده دارد. ضخامت مجاز جداره در بلوک‌های مجوف سقفی و دیواری حداقل ۸ میلیمتر است. برای عایق شدن بلوک ها می‌توان داخل سوراخ ها عایق قرار داد.

بلوک بتنی از اختلاط آب و سیمان با شن ریزدانه و ماسه، قالبگیری، لرزاندن، تراکم و عمل آوریِ آنها ساخته می‌شود. در دیوارها به صورت باربر با مقاومت فشاری ٦۰ $\frac{kg}{cm^2}$ و غیر باربر با مقاومت فشاری ٤۰ $\frac{kg}{cm^2}$ کاربرد دارد. نیز به عنوان تیغه جدا کننده یا در سقف تیرچه بلوک و... مورد استفاده قرار می‌گیرد. بلوک بتنی عایق نسبی حرارت و صوت است.

وزن مخصوص بلوک سنگین بتنی بیش از ۱/٤، وزن مخصوص بلوک نیمه سنگین بین ۱/٤ و ۰/۷ و وزن مخصوص بلوک سبک کمتر از ۰/۷ است. سطح فضای خالی در بلوک بتنی نباید از

۵۰ درصد کل سطح تجاوز کند. ضخامت جداره‌های داخلی و خارجی در مورد بلوک بزرگ نباید از ٤ میلیمتر کمتر باشد. این ضخامت در بلوک سقفی بتنی نباید از ۱۵ میلیمتر و در بلوک سفالی نباید از ۸ میلیمتر کمتر باشد. مجموع اندازه قسمت‌های خالی بلوک از ۲۳ درصد طول همان جهت بیشتر نباشد.

سیپورکس یا هبلکس، بلوک بتنی با وزن مخصوص پائین است، که بهترین عایق صوت و حرارت و میخ خور بوده و می‌توان آنرا اره کرد. از سیپورکس به دلیل جذب رطوبت در کرسی چینی و پی سازی استفاده نمی‌شود.

بتن مصرفی برای ساخت بلوک سیمانی، مخلوطی است از ۲ واحد سیمان پرتلند، ۵ واحد ماسه، ۷ واحد شن و ۱۵۰-۱۳۰ لیتر آب در هر متر مکعب بتن. در روش دستی مخلوط کردن بتن، ۱۰ درصد سیمان باید افزود و مخلوط را تا نیم ساعت مصرف کرد. بلوک‌های سیمانی را باید حداقل ۱۲ ساعت بعد از جدائی از قالب، در محیط مناسب نگهداری کرد تا سخت شود. مراقبت از بلوک‌های سیمانی، ۵-٤ ساعت پس از بلوک زنی شروع شده و تا ۱ هفته باید ادامه یابد. مراقبت باید با رطوبت یا با اتوکلاو و بخار آب که سریعتر است، انجام شود.

بلوک‌های سیمانی سوراخ دار برای کرسی چینی مناسبند و در پی ستونها و مرزها باید ملات گذاری کامل باشد. یعنی سوراخ ها نیز از ملات پر شوند. ولی برای استفاده از آنها به عنوان عایق حرارت و صوت ملات گذاری جدارهٔ خارجی کافی است. در تقاطع دیوارهای بلوک سیمانی باربر، حتماً قفل و بست رعایت شده و از تسمه U شکل برای تسلیح استفاده شود.

در تقاطع دیوارهای بلوک سیمانی غیرباربر، استفاده از تورسیمی به طول ۱/۵ بلوک که به صورت یک در میان نصب و اجرا می‌گردد، کافی است.

برای ساختنِ خشت آجر ۱۵ تا ۲۵ درصد آب نیاز است. برای آجر فشاری ۷ تا ۸ درصد وزن آجر، به آن آب می‌افزایند. جسمِ جامدِ خاکِ آجر، ترکیبی است از میاندانه به اضافهٔ ریزدانه. میاندانه، دانه‌های ماسه (از ٦۰ میکرون تا ۲ میلیمتر) را شامل می‌شود. ریزدانه، دانه‌های لای (۲ تا ٦۰ میکرون) وخاکرس پولکی (نازکتر از ۲ میکرون) را شامل می‌شود. ماسه از پوسیدن سنگ

آذرین، خاکرس از فلدسپات و لای از کوارتز خرده شده به وجود می‌آیند. پاک ترین کوارتز، بلور در کوهی است. کوارتز منگنز دار یا آمیتیست، بنفش بوده و عقیق، کوارتز غیربلوری است.

مواد تشکیل دهنده خشت آجر

۱. ماسه استخوان بندی خشت است. اگر خشت پرماسه باشد، باعث تردی و کم تابی می‌شود. اگر دانه‌های درشت سنگ سیلیسی و سیلیکاتی در خشت باشد، در اثر گرما حجم آنها زیاد شده و خشت جمع می‌شود. در نتیجه باعث ایجاد ترک موئی می‌گردد.

۲. $CaCO_3$، اگر به شکل گرد باشد، ضرری ندارد و آجر را سفید می‌کند. اما اگر زیاد باشد، به عنوان گداز آور عمل کرده، خشت را خمیری و آجر را جوش میکند. میزان $CaCO_3$ تا ۳۰ درصد وزن خشت مناسب است. اگر $CaCO_3$ به شکل دانه‌های درشت باشد، در گرمای کوره CaO تشکیل می‌شود و آجر، آب ملات را مکیده، CaO می‌شکفد و آجر را می‌ترکاند. به این پدیده آلوئک گویند.

۳. فلدسپات گدازآور بوده و گرمای خمیری شدن را تا ۱۱۵۰-۱۱۰۰ درجه پائین می‌آورد. پختن سرامیک با خاک فلدسپات دار مناسب است.

٤. سولفات باعث مکیدن آب ملات شده و در آجر رو زده و تبدیل به سفیدک می‌شود. سنگ گچ که نوعی سولفات است در آجر به گاز SO_3 و CaO تجزیه شده که CaO در شرح پیش گفته شد و SO_3 پس از نم کشیدن به H_2SO_4 تبدیل و به آجر آسیب می‌رساند.

۵. آهن به صورت اکسید در خاک آجر موجود بوده و گدازآور است. به میزان ۱ درصد در آجر نسوز مجاز است. اگر Fe_2O_3 حدود ۵ درصد در خاک آجر باشد، آجر را قرمز کرده و درجهٔ آب شدن را پائین می‌آورد. این خاک برای تنبوشه که نم نمی‌کشد و نم نمی‌دهد، مناسب است. در گرمای کم کوره، آجر نیم پز می‌شود و اکسید آهن آن FeO بوده که کبودرنگ است.

٦. رستنی ها پس از پختن آجر را پوک می‌کنند. در برخی موارد عمداً خاک اره به خاک آجر می‌افزایند تا آجر پوک شود. این آجر با وزن ویژه ۱/٤ $\frac{ton}{m^3}$ برای گرمابندی و صدابندی مصرف می‌شود.

تاب فشاری خشت متناسب با دانه بندی خاک و روش ساخت آن است. اگر دانه بندی پیوسته باشد، مصرف آب بهینه بوده، در نتیجه تاب فشاری آن بیشتر می‌شود. اگر خشت با فشار شکل داده شود، تاب فشاری بالایی پیدا می‌کند.

عیب خشتِ گلی این است که ۱۵ تا ۲۵ درصد آب دارد و پس از خشک شدن خشت را پوک می‌کند. راه حل آن استفاده از خشت فشاری با نم کم است. نم خشت فشاری نسبت عکس با فشار دارد. یعنی هرچه نم بیشتر باشد، در نتیجه به فشار کمتری برای شکل دهی نیاز است.

خاک با ۸-۷ درصد آب با فشار ۱۲۰، خاک با ۱۲-۱۰ درصد آب را با فشار ۶۰-۵۰، خاک خشت آجر جوش را با فشار ۲۰۰-۱۵۰ و خاک خشت آجر نسوز را با فشار ۵۰۰-۴۰۰ شکل می‌دهند.

بهترین خاک برای زدن خشت فشاری، خاکی است که ۵۰ درصد وزنی دانه ۱-۰ میلیمتر، ۲۵ درصد وزنی دانه ۲-۱ میلیمتر و ۲۵ درصد وزنی دانه ۳-۲ میلیمتر داشته باشد. سنگ شیست ۱۰-۶ درصد آب شیمیائی دارد که می‌توان آنرا گرد کرده، از آن خشت زد. اگر خاک خشت به طور یکسان نمناک نباشد، آجر ترک می‌خورد. خشت‌تر تا ۲۵ درصد وزنش آب دارد، در نتیجه باید خشک شود. در محل بلند و باریک حدود یک تا سه روز طول می‌کشد تا خشت خشک شود. در حالیکه در تونل هوای گرم حدود یک تا دو روز زمان لازم است.

گرمای پخت آجر ۹۰۰ درجه، گرمای پخت سرامیک ۱۱۵۰-۱۱۰۰ درجه و گرمای بالاتر از ۱۴۰۰ درجه برای چینی و نسوز است.

رس AL_2O_3 در ۲۰۵۰ درجه، سیلیس SiO_2 در ۱۶۸۵ درجه و سیلیکات آلمینیوم در ۱۷۵۰ درجه آب می‌شوند. گداز آورها گرمای آب شدن را تا ۸۰۰ درجه پائین می‌آورند.

در آجرپزی با روش آتش و آجر ثابت، انواع آجر بدست می‌آید که از پائین به بالا موارد زیر تشکیل می‌شود:

جوش، آجرجوش، آجر سبز، بهی، سفید، ابلق، قرمز، نیم پخته. در کورهٔ هوفمن چون خشت به آرامی می‌پزد، سطحش عرق نمی‌کند و گرد خاکستری روی آن ننشسته و بدنما نمی‌شود.

مکیدن آب آجر ساختمانی باید بین ۸ تا ۱۸ درصد باشد و تاب فشاری آن ۱۰ تا ۱۵ درصد بوده و وزن فضائی آن کمتر از ۱/۸ نباشد.

آجر جوش آجری است که خاکش تا ۱۰۰۰ درجه خمیری نمی‌شود. رنگ آجر جوش که در ۱۲۰۰ درجه می‌پزد، سرخ تا سیاه بوده که دلیل آن وجود اکسید آهن است.

رنگ بهی آجر جوش حاکی از کم بودن اکسید آهن و زیادی آهک و قلیایی هاست. کمترین تاب فشاری آجر جوش ۳۵ $\frac{kg}{cm^2}$ است. حداکثر مکش آب در آجر جوش ساختمانی ٦ درصد و در آجر جوش فرش کف ٤ درصد است. وزن آجر جوش باید بیش از ۱/۹ باشد. تاب ضربه‌ای آجر جوش کف، کم ولی تاب سایشی آن بالا است. آجر جوش برای بدنه تونل و گنداب روها نیز مصرف می‌شود.

اکسید قلع بعنوان لعاب کدر برای آجر لعابی استفاده می‌شود. برای زدودن سفیدک آجر از جوهر نمک آبکی می‌توان استفاده کرد.

سفال بام از دیگر انواع محصولات شبیه آجر است که خاک آن باید دارای ویژگی‌های خاک آجر بوده و مواد گدازآور به خصوص گرد سنگ آهک آن کم باشد و در حرارت بالای ۱۰۰۰ درجه خمیری شود. اکسیدآهن آن به میزانی باشد که سفال را سرخ رنگ کند. سفال را در گرمای کمی بیشتر از ۱۰۰۰ درجه می‌پزند. ساده ترین شکل سفالِ بام، تاوه‌ای است. اگر صدای زنگ بدهد، توپر بوده و نباید نم در آن اثر کند.

آجر فشرده برای فرش کف، مخلوطی از خاک به اضافه ۷ تا ۸ درصد آب است که همهٔ اسیدها جز HF بر آن بی تأثیرند. آجر فرش کف نباید بیش از ۳ درصد آب بمکد. آجر فرش کف در آزمایش سایش، در هر ۵۰ سانتیمتر مربع نباید بیش از ۱۲ سانتیمتر مکعب سائیده شود و باید دارای تاب خمشی ۲ و تاب فشاری ۱۵ باشد. آجر فرش کف باید کمی آهک داشته باشد و اکسید آهن آن به قدری باشد که کار گداز آور را نکند. شیست کوارتزی برای این امر مناسب است.

خاک هایی که دارای سیلیکات هستند در گرمای آجرپزی (آجر معمولی زیر ۹۰۰ درجه) مانند پر کننده بوده و بی ضرر هستند.

گرد سنگ آهک در آجر باعث سفیدی و خوشرنگی آجر می‌شود. ولی اگر مقدارش زیاد باشد، آجر را جوش می‌کند. در خاک آجر تا ۳۰ درصد وزنش گرد سنگ آهک یا ۱۷ درصد وزنش آهک زنده قابل قبول است.

سنگ گچ در خاک آجر به میزان ۲/۵ درصد و SO_3 که محصول تجزیه سنگ گچ در حرارت ۸۰۰ درجه است، به میزان ۰/۵ درصد مجاز است. هر نوع اکسید آهن در گرمای کوره به Fe_2O_3 تبدیل می‌شود. وجود اکسید آهن تا ۵ درصد وزن خاک، آجر را قرمز می‌کند و بیش از این مقدار در حرارت بالای ۱۰۰۰ درجه گداز آور است. سولفات منیزیم و کالیم در آجر، آب ملات را مکیده و تبدیل به سولفات آبدار می‌شوند، باد کرده و به آجر آسیب می‌رسانند. میزان مجاز سولفات منیزیم ٦ درصد و میزان مجاز سولفات منیزیم به علاوه سولفات کالیم تا ٤ درصد است.

***

رس سطحی، سنگ رس (شیل)، رس نسوز که در عمق بوده و قادر به تحمل حرارت‌های بالاست. دو نوع رس آهکی و رس غیرآهکی وجود دارد. رس آهکی ۱۵ درصد کربنات کلسیم داشته و هنگام سوختن زرد می‌شود. رس غیرآهکی شامل سیلیکات آلمینیوم با فلدسپات و اکسید آهن به میزان ۱۰-۲ درصد است که هنگام سوختن نخودی تا قرمز رنگ می‌شود.

سه روش اصلی خشت زدن

۱. روش گل سفت با آب حدود ۱۵-۱۲ درصد وزنی و عمل شکل دهی در ماشین هواگیر تا حباب نباشد. بسیاری از آجرهای صنعتی و کلیه سفال‌های رسی ساختمانی با این روش شکل داده می‌شوند.

۲. روش گل نرم: در مرحله آب دادن ۳۰-۲۰ درصد آب استفاده می‌شود. این روش قدیمی ترین روش است.

۳. روش پرس خشک: حداقل میزان آب را دارا بوده که حدود ۱۰ درصد است و مشابه بلوک بتنی تولید می‌شود. قطعه‌ای که از ماشین شکل دهی خارج می‌شود، ۱۰-۷ درصد رطوبت دارد و باید خشک شود. عمل خشک کردن باعث انقباض قطعه آجری می‌شود.

هرچه میزان رطوبت خاک کمتر باشد، در نتیجه فشار پرس باید بیشتر شود. برای خاک با ۷ تا ۸ درصد رطوبت، فشار ۱۲ Mpa، خاک با ۱۰ درصد رطوبت، فشار ۸-۷ Mpa و برای آجرجوش، فشار ۱۵ تا ۲۰ Mpa و برای آجر نسوز فشار ٤۰ تا ۵۰ Mpa نیاز است.

انواع آجر معمولی بر اساس استانداردهای خارجی به صورت زیر نسان داده می‌شود:

الف) نوع SW: مقاوم در برابر یخبندان، مناطق مرطوب وزیر زمین؛

ب) نوع MW: مناسب مناطق نسبتاً خشک و جائیکه دما زیر یخبندان است؛

ج) نوع NW: در دیوار داخلی که هیچ یخبندانی نداریم، استفاده می‌شود؛

مقاومت دیواری آجری بستگی به مقاومت در برابر نفوذ آب و قفل و بست آن دارد.

ملات را طی ۲ ساعت پس از مخلوط کردن حتماً می‌بایست مصرف کرد.

ملات‌های آجر بر اساس استاندارهای خارجی به صورت زیر نشان داده می‌شود:

۱. نوع M: برای مصارف عمومی و آجر چینی دیوار زیرزمین؛

۲. نوع S: برای مصارف عمومی و مکان مقاوم در برابر نیروی جانبی؛

۳. نوع N: برای دیوار رو باز و دیوارهای خارجی؛

٤. نوع O: برای دیوار باربر و صلب و به دور از یخ زدن، آب شدن؛

رنگ آجر به مواد تشکیل دهنده و حرارت کوره بستگی دارد. بیشتر رس ها در حین خشک کردن و سوزاندن ۱۵-٤/۵ درصد منقبض می‌شوند. حداکثر چسبندگی بین آجر و ملات زمانی است که میزان جذب آب آجر حدود ۲۰ گرم در دقیقه باشد.

سفال رسی ساختمانی را با گل سفت و به روش اکستروژن شکل می‌دهند. انواع سفال برای دیوار حمال، تیغه بندی، سفال کمکی (برای دیوار حمال و غیرحمال)، سفال عایق بندی، نسوز، سفال نما وجود دارد. تراکوتا یا سفال قرمز توسط ماشین ساخته شده و با روکش سرامیکی پرس شده و نمای آن تخت یا شیاردار است. اجزای پرس شده را تراکوتای معماری گویند.

سنگ شیست ٦ تا ۱۰ درصد آب دارد. می‌توان آنرا گرد کرد و به صورت روش پرس خاک نیمه خشک استفاده کرد. به طور کلی می‌بایست ابعاد قالب از آجر بزرگتر باشد، زیرا آجر ۱۰ درصد کاهش حجم دارد. خشک کردن آجر در هوای نمناک ۳ تا ۱۵ روز طول می‌کشد. سه روش خشک کردن آجر عبارتند از کوره حلقه‌ای هوفمن، اتاق گرم، تونل گرم.

در پختن آجر، هیدروسیلیکات آلمینیوم، آب شیمیائی خود را از دست داده و به سیلیکات آلمینیوم تبدیل می‌شود. در نتیجه دانه‌های خاک بهم چسبیده و مقاومت مکانیکی آجر بالا می‌رود. مدت پخت آجر با توجه به خاک و کوره آجر پزی ٤۰ تا ۱۵۰ ساعت است. ترتیب پخت بدین صورت است که در ۱۰۰ درجه حالت خمیری و چسبندگی از بین رفته و خشت خشک می‌شود. در ۵۰۰ درجه به بالا، آب شیمیائی می‌پرد. در ۸۰۰ تا ۹۰۰ درجه دانه ها بهم چسبیده و آجر سخت می‌شود.

سه نوع کوره برای آجرپزی وجود دارد:

۱. کوره تنوره‌ای یا متناوب با حرارت غیریکنواخت که انواع محصول در آن تولید می‌شود.

۲. کوره هوفمن یا حلقه‌ای که شامل اتاق هایی با نام قمیر است. از جمله محاسن این نوع کوره صرفه جوئی در سوخت، عرق نکردن سطح خشت، نچسبیدن دود و خاکستر به آن و ظاهری زیبا است.

۳. کوره تونلی.

از جمله ویژگی‌های آجر خوب، داشتن صدای زنگ است. صدای زنگ نشانه سلامت، توپری، مقاومت و کمی جذب آب است. اگر آجر صدای خفه بدهد، خوب نپخته یا ترک دارد. آجر به دو گروه آجر دستی (شامل آجر فشاری و آجر قزاقی سفید) و آجر ماشینی (شامل آجر توپر و آجر سوراخدار) تقسیم می‌شود. رواداری در طول آجر ماشینی ۲ میلیمتر و برای آجر دستی ٤ میلیمتر بوده و رواداری در عرض آجر ماشینی ۱ میلیمتر و برای آجردستی ۲ میلیمتر است. رواداری جذب آب در آجرهای دستی حداکثر ۲۰ درصد، آجرهای ماشینی ١٦ درصد و حداقل برای هر دو نوع آجر ۸ درصد است.

حداقل وزن فضایی برای هر دو نوع آجر ۱/۷ $\frac{ton}{m^3}$ است. آجر فشاری با تخلخل کم، رنگ متمایل به سرخ داشته و آجر فشاری با تخلخل بیشتر رنگ بهی دارد. در دقیقه اول خیساندن، آجر حدود ۸٦-۷۷ درصد از کل آبی را که در ۲٤ ساعت اول قادر به جذب است، جذب می‌کند. انبساط آجر کاری کمتر از خود آجر و حدود ٦۰ درصد آن است. نوعی انبساط در آجر ناشی از جمله سولفات هاست.

آجر جوش یا کلینکر، آجری خاص در صنعت سفالپزی است. آنرا با خاک مرغوب که بالای ۱۰۰۰ درجه خمیری نشود، می‌پزند. مدت پخت آجر جوش بیش از آجر معمولی بوده و می‌بایست تفاوت دمای عرق و خمیری این نوع آجر زیاد و در حدود ۱۹۰ تا ۲۰۰ درجه باشد، تا در دمای کوره خمیری نشود. اگر آهک آجر جوش زیادتر از میزان متعارف باشد، آجر پوک و کج می‌شود. دمای پخت این نوع آجر ۱۲۰۰ تا ۱۲۵۰ درجه است. مقاومت فشاری آجر جوش ۳۵ Mpa، جذب آب، ٤ درصد برای آجرجوش کف و ٦ درصد برای آجر ساختمانی است. وزن ویژه آجر جوش باید بیش از ۱/۹ $\frac{ton}{m^3}$ باشد.

انواع شکل‌های آجر قزاقی (با ابعاد ۵×۱۰×۲۰ سانتیمتر) و فشاری (دست ساز)، برای پشت کار استفاده می‌شود. آجر قزاقی بهتر از آجر فشاری است، زیرا جذب آب آجر فشاری زیاد و مقاومت آن کم است.

عمده ترین تقسیم بندی آجررسی در کشورهای صنعتی شامل آجرمعمولی، آجرنما و آجر مهندسی است. قطعات پیش ساخته آجری به دو روش دستی و ریخته گیری ساخته می‌شوند. آجر توخالی را هنگامی که باید آهن گذاری قائم در قطعه انجام شود، به کار می‌برند.

معایب آجر

۱. پیچیدگی به دلیل زیادی خاکرس در خاک آجر؛

۲. ترک خوردگی به دلیل وجود ماسه درشت سیلیسی و سیلیکاتی و نیز خاکرس در خاک آجر؛

۳. جوش شدن به دلیل وجود مواد گدازآور مانند اکسیدهای قلیایی در خاک و نیز عدم تناسب توزیع گرمای کوره؛

٤. تیرگی به دلیل وجود سولفور آهن؛

۵. پوکی به دلیل وجود مواد آلی و کربنات درخاک آجر، زیادی آب خشت و عدم تراکم کافی؛

٦. آلوئک به دلیل وجود کربنات کلسیم یا سنگ آهک درشت دانه در خاک آجر؛

۷. انواع سفیدک ها و شوره؛

۸ لک شدن آجر به دلیل وجود املاح آهنی؛

برای افزایش مقاومت آجر در برابر عوامل تخریبی محیطی، آنرا تثبیت می‌کنند. تثبیت، به پرس مکانیکی تحت فشار و عمل آوری در شرایط گرم و مرطوب گویند. یکی از روش‌های تثبیت، مخلوط کردن نسبت‌های مناسب خاک ماسه‌ای و خاک رسی است. زیرا مخلوط یاد شده مقاومت و چسبندگی خاک ماسه‌ای را افزایش و میزان جابجائی ناشی از تغییرات رطوبت در خاکرس را کاهش می‌دهد. با سیمان، قیر، آهک و صمغ‌های مخصوص نیز می‌توان عمل تثبیت کردن را انجام داد.

آجر ماسه آهکی از ماسه سیلیسی و آهک تحت فشار در دمای زیاد به دست می‌آید.

گروه بندی این نوع آجر بر اساس تاب فشاری است:

حداقل میانگین تاب فشاری آجرهای کم مقاومت ۷/۵، آجر با تاب متوسط ۱۰، آجر پرمقاومت ۱۵ و آجر ممتاز ۲۰ Mpa است.

حداقل میانگین تاب خمشی آجرهای کم مقاومت ۱/۸، آجر با تاب متوسط ۲/۲، آجر پرمقاومت ۲/۸ و آجر ممتاز ۳/٤ Mpa است.

وزن فضائی متناسب با تاب فشاری آجر ماسه آهکی است. بدین ترتیب که:

وزن فضائی حداقل میانگین تاب فشاری آجرهای کم مقاومت ۱/۵، آجر با تاب متوسط ۱/۷، آجر پرمقاومت ۱/۹ و آجر ممتاز ۲/۱ $\frac{ton}{m^3}$ است.

ضریب تغییرات مقاومت به میانگین برای آجر ممتاز نباید از ۲۰ درصد و برای سایر آجرها از ۳۰ درصد تجاوز کند. آجر ماسه آهکی باید بتواند ۱۵ دوره یخبندان تا ۱۵- درجه را تحمل کند. در آجر ماسه آهکی کاهش نسبی مجاز تاب فشاری پس از آزمایش یخ زدن- آب شدن بیش از ۲۰ درصد نباشد. جمع شدن ناشی از خشک شدن برای آجر ممتاز از ۲/۵ درصد و سایر آجرها از ۳/۵ درصد بیشتر نشود. جذب آب آجر ماسه آهکی در ۲٤ ساعت نباید از ۸ درصد کمتر و از ۲۰ درصد بیشتر شود. در آجر ماسه آهکی شوره اتفاق نمی افتد. تخلخل آن کم بوده و در مقابل رطوبت از آجر رسی مقاوم‌تر بوده و برای زیر پی مناسب است.

***

نکاتی در مورد آجر

تاب فشاری در آجر ساختمانی ۱۵ - ۱۰ $\frac{kg}{cm^2}$ است. مواد اولیه برای ساخت آجر شامل ٤۰ درصد ماسه، ۵۰ درصد خاک و ۱۰ درصد آب است. سفیدک به خاطر نمکهای اسیدی روی آجر به وجود می‌آید. اکسید آهن رنگ آجر جوش را سرخ تا سیاه می‌کند. برای آزمایش سفیدک آجر، باید آنرا در حوضچه قرار داد. برای برطرف کردن شوره، باید صبر کرد تا شوره تمام شود و سپس آنرا با گونی یا با جلا پاک کرد.

برای تقویت دیوارهای آجری (اطراف ساختمان یا محوطه)، می‌توان لغاز آجری به فواصل معین تعبیه کرد. خاکرسی که ۹۰ درصد دانه‌های آن ریزتر از ۱ میکرون باشد، خاک سفال یا کائولینیت است. ابعاد آجر معمولی طبق استاندارد ایران ۷×۱۱/۵×۲٤ سانتیمتر و به طور کلی ۵/۵×۱۱×۲۲ سانتیمتر است. درصد آب آجر معمولی ساختمانی ۱۸-۸ درصد است. آجر لعابی پشت پیدا را با اکسید سرب می‌سازند. درجه ذوب آجر نسوز سیلیسی ۱٦۰۰ درجه است.

استفاده خاکرس معدنی در ریخته گری، جلا دادن به فلزات و سرامیک سازی است. خاکرس آجرپزی شامل خاکرس و ۲۰ درصد ماسه است. حرارت پخت ظروف چینی تا ۱٤۰۰ درجه می‌رسد. آجر لب پخ (دم کاردی مورب) دارای اندازه‌ای متغیر است. اندازه سیلت در خاکرس ٦-۵ میکرون بوده و در آجر ماسه آهکی سایش سطحی خیلی کم است.

ابعاد آجر فشاری ۵×۱۰×۲۲ و ۵/۵×۱۰×۲۲ سانتیمتر است. بهترین نوع اتصال آجرکاری، اتصال خارجیست. وزن مخصوص آجر فشاری ۱/۸ $\frac{ton}{m^3}$ و وزن مخصوص آجر معمولی ۱/۵ $\frac{ton}{m^3}$ است. در کوره هوفمن اتاق پخت را با کاغذ از هم جدا می‌کنند. آجر معمولی ساختمان مقاومت فشاری ۱۰۰ $\frac{kg}{cm^2}$ دارد.

دمای پخت آجر جوش ۱۲۰۰ درجه و مواد اضافی از جمله اکسیدآهن در مواد اولیه آن وجود دارد. کجی آجر به علت کمبود ماسه و حرارت شدید کوره به وجود می‌آید. دیوار آجری رطوبت را به دلیل تخلخل ریز مونی به بالا انتقال می‌دهد. درصد جذب آب آجر درجه ۲ طبق استاندارد ۱٦ درصد است.

تاب فشاری بلوک‌های سیمانی باربر نباید از ٦۰ $\frac{kg}{cm^2}$ کمتر باشد. حداکثر وزن بلوک سقفی بتنی ۲۰ کیلو گرم بوده و حداکثر جذب آب بلوک سفالی ۲۰ درصد و حداکثر جذب آب بلوک سبک ۳۰ درصد است. از خاکرس پرمایه برای تولید سفال ممتاز استفاده می‌شود. از آجر توخالی در اسکلت فلزی و اسکلت بتن آرمه استفاده می‌کنند.

کاشی باید دارای تخلخل خیلی کم و مقاومت زیاد سایشی باشد. سرامیک متشکل از رس، آهک و سیلیس است. ملات ماسه سیمان ۱ به ۳ ، زیر آجر موزائیک به ضخامت ۵ سانتیمتر اجرا می‌شود. ضخامت آجرهای نازک نمای ماشینی و دستی ٤۰-۳۰ میلیمتر است.

تفاوت میزان جذب آب در آجر با مقادیر استاندارد، فقط در اجزائی از ساختمان که در معرض رطوبت نیستند، مجاز است. مصرف آجر آلونک دار تنها درپشت کار مجاز است. موادی که حداکثر تا دمای ۱۳۵۰ درجه را بدون آنکه خمیری شوند، تحمل می‌کنند، زودگداز یا گدازا گویند. موادی که دمای ۱۳۵۰ تا ۱۵۸۰ تحمل می‌کنند، دیرگداز و موادی که حداکثر تا دمای ۱۵۸۰ درجه را بدون آنکه خمیری شوند، تحمل می‌کنند، نسوز گویند. آجر ماسه آهکی را می‌توان توپر یا و سوخدار ساخت. گروه بندی آجر ماسه آهکی بر اساس تاب فشاری انجام می‌شود. جذب آب آجر ماسه آهکی شبیه آجرهای دستی بین ۲۰-۸ درصد است. وزن ویژه

بلوک معمولی ۲۰۰۰ $\frac{ton}{m^3}$، وزن ویژه بلوک سبک کمتر از ۱٦۸۰ $\frac{ton}{m^3}$ است. اختلاط مصالح متشکله بلوک سیمانی هم با دست هم با ماشین انجام می‌شود.

در اختلاط دستی، مواد را در هر مرحله تا ارتفاع قشر ۷/۵-۵ سانتیمتر ریخته و کوبیده، سپس قشر بعدی را اضافه می‌کنند. پس از قالب گیری بلوک‌های سیمانی باید بلافاصله آنها را جدا نمود و تولید را در دمای کمتر از ۵ درجه متوقف کرد. فاصله زمانی بین قالب گیری و آغاز عملیات مراقبت باید حداقل ۵-٤ ساعت باشد و مراقبت کامل تا ۳ هفته انجام گیرد.

تاب متوسط فشاری ۱۲ بلوک سیمانی ۲۸۰ $\frac{kg}{cm^2}$ و ضخامت تیغه‌های بلوک سیمانی ۱۵میلیمتر است. به دلیل نازکی تیغه ها، مصرف سیمان در بلوک سقفی بیش از بلوک دیواری است. وزن ویژه بلوک سبک از نوع بتن سبکدانه ۱۲۰۰ تا ۱٤۵۰ $\frac{ton}{m^3}$ بوده و وزن ویژه خاکرس، ۱۵۰۰ تا ۱۷۰۰ $\frac{ton}{m^3}$ است. خاصیت جذب آب بنتونیت به علت کم بودن ضخامت پولک‌های آن کمتر از کائولینیت است. وجود املاح آهن باعث کم شدن نفوذ پذیری آجر می‌شود. مواد گیاهی باعث پوک شدن آجر می‌شوند. قلیائی ها گداز آور بوده و موجب شوره زدگی می‌شوند. آجر و بلوک سفالی را به روش گل سفت می‌سازند. مدت پخت آجر در کوره تنوره‌ای ٤-٦ روز است.

کاشی

کاشی قطعه سنگ مصنوعی است که سطحی صیقلی دارد و به راحتی تمیز می‌شود و مخصوص محل هایی است که امکان رشد میکروب وجود دارد. آجرجوش را نیز می‌توان یک نوع کاشی دانست.

کاشی از دو قسمت تشکیل می‌شود:

۱. قطعه سفالی و اصلی که استخوانبندی کاشی است؛

۲. لعاب روی آن که ماده‌ای است شیشه ای؛

نکته مهم که باید به آن توجه شود مساوی بودن ضریب انبساط این دو قسمت است.

مصالح اولیه کاشی خاکرس با ۲۵-۲۰ درصد سیلیس است که آن را شسته و خشک می‌کنند. در تهیه ظروف آزمایشگاه یا تهیه مقاومت الکتریکی در انتخاب خاکرس بسیار دقت می‌شود. تا جائیکه با ایجاد تغییر در ph آب و نیز به وجود آوردن بار الکتریکی در مخلوط خارک رس و آب، ذرات نامطلوب را جدا می‌کنند.

برای جلوگیری از تغییر حجم و پیچیدن قطعه کاشی در هنگام پخت مقداری سنگ چماق (opal) آسیاب شده به آن می‌افزایند.

برای جلوگیری از رنگ سیر مثل قهوه‌ای تند که در اثر اکسید آهن به وجود می‌آید، ۰/۵ درصد اکسید کرم می‌افزایند. برای تهیه کاشی مرغوب قالب گیری در خلأ انجام می‌گیرد، که جسم توپر و مقاوم تری حاصل شده و پرس قطعه با فشار زیاد در حدود ۱۰۰۰ $\frac{kg}{cm^2}$ انجام می‌شود.

مرحلهٔ خشک کردن کاشی یکی از مراحل مهم تهیهٔ آن بوده و در تونل هوای گرم با دمای ۱۲۰-۱۰۰ درجه به مدت ۳۰ دقیقه انجام می‌شود که در ابتدای تونل هوا کم کم گرم شده، در وسط تونل گرما به حداکثر رسیده و در ادامه راه مجدداً خنک می‌شود.

پختن کاشی دو نوبت دارد (پختن قطعه خشک شده و پختن لعاب). بار اول قطعه خشک شده را می‌پزند به طوریکه در ۱۰۰ درجه آب فیزیکی و در ۶۰۰-۴۵۰ درجه آب شیمیائی تبخیرمی‌شود. در ۸۰۰ درجه تمام مواد آلی خاکرس از بین رفته و شیشه‌ای می‌شود. قبل از شیشه‌ای شدن، آن را آرام سرد کرده، لعاب می‌دهند و مجدداً داخل کوره تونلی می‌برند. پختن کاشی در حدود ۴۵- ۲۵ دقیقه به طول می‌انجامد.

کاشی‌های خوب لعاب داده شده و کاملاً مستوی، درجه ۱، کاشی با یک یا دو نقطه ناصافی درجه ۲ است. اگر لکه ها بیشتر باشد، از نوع درجه ۳ و ۴ هستند. سوخت کورهٔ پخت کاشی مهم است و نباید با مواد کاشی ترکیب شود.

قبل از اینکه کاشی به مرحلهٔ شیشه‌ای شدن برسد باید محیط، اکسید کننده باشد، تا تمام مواد آلی خاکرس از بین برود و کربنات ها به CO_2 و سولفورها به SO_2 تجزیه شده و از محیط خارج شوند. بهترین سوخت برای قطعات چینی (مانند ظروف آزمایشگاهی و...) سوخت الکتریکی است. اصطلاح کاس و سینه بودن کاشی به این معناست که کاشی مستوی نباشد. لعاب جسمی است که در حرارت ۱۴۰۰- ۱۰۰۰ درجه ذوب شده، شیشه‌ای شود و به سفال بچسبد. لعاب، کاشی را ضدآب کرده و باعث مقاوم شدن آن در برابر عوامل شیمیایی می‌شود. به علت یکپارچه بودن سفال با لعاب، نور در آن منکسر نمی‌شود، یعنی تغییر جهت نمی‌دهد. ضریب انبساط لعاب و سفال در کاشی می‌بایست برابر بوده و همچنین باید نقطه ذوب لعاب چندین درجه از سفال کمتر باشد. زیرا در غیر این صورت هنگام پختن و شیشه‌ای شدن لعاب در کوره، سفال هم ذوب شده و شکل هندسی خود را از دست می‌دهد.

ساده ترین لعابها، نمک طعام است که در قدیم برای ساخت تنبوشه از آن استفاده می‌شد. نمک در ۱۲۵۰ درجه ذوب و با خاک رس ترکیب شده و جسمی بیرنگ و شیشه‌ای ایجاد می‌کند. تنبوشه لولهٔ سفالی استوانه‌ای با طول ۲۵ و قطر ۲۰ سانتیمتر بوده مورد استفاده در آب

رسانیست. این لوله ها را کنار هم قرار داده، با آهک درزها را مسدود کرده و با نمک لعاب می‌دادند. برای ساخت لعابهای رنگی از اکسید فلزات استفاده می‌شود. از لعاب‌های سخت و گداز آور مانند کائولن و خچماق به منظور مقاومت در برابر مواد شیمیایی استفاده می‌کنند. (مانند لعاب ظروف آزمایشگاهی) کاشی می‌تواند تغییرات ناگهانی دما (۲۰ تا ۱۰۰ درجه) را تحمل کند.

انواع کاشی

۱. کاشی درجه ۱: کاملاً سالم و هیچ نقضی چه در سطح، چه کناره ها ندارد.

۲. کاشی درجه ۲:

الف. کاشی هایی که به فاصله ۲ سانتیمتر، در تمامی کناره‌های سطح لعابدار آنها بیش از یک یا دو خال، به قطر حداکثر ۰/۵ میلیمتر وجود داشته باشد.

ب. کاشی هایی که در تمامی کناره‌های سطح لعابدارشان فقط یک لعاب نگرفتگی حداکثر به ابعاد ۳ × ۲ میلیمتر وجود داشته باشد.

۳. کاشی درجه ۳:

الف. کاشی هایی که در سطح لعابدارشان فقط یک خال، به قطر حداکثر ۳ میلیمتر وجود داشته باشد.

ب. کاشی هایی که در سطح لعابدارشان فقط دو یا سه خال، به قطر حداکثر ۰/۵ میلیمتر وجود داشته باشد.

ج. کاشی هایی که در یکی از چهار لبه شان تنها یک لعاب نگرفتگی، حداکثر به ابعاد ۱۰ × ۳ میلیمتر وجود داشته باشد.

د. کاشی هایی که در کناره سطح لعابدارشان فقط دو لعاب نگرفتگی، حداکثر به ابعاد ۵ × ۲ میلیمتر وجود داشته باشد.

ه. کاشی هایی که در یکی از چهارگوشه شان تنها یک لب پریدگی، حداکثر به ابعاد ۵ × ۳ میلیمتر وجود داشته باشد.

و. کاشی هایی که در یکی از چهارگوشه شان تنها یک لب پریدگی، حداکثر به ابعاد ۲ × ۲ میلیمتر و در سطح لعابدارشان یک خال به قطر حداکثر ۰/۵ میلیمتر وجود داشته باشد.

کاشی صادراتی مخلوطی از درجه ۱ و ۲ است.

سرامیک: به کاشی کوچک با ابعاد ۱ × ۱ سانتیمتر و بیشتر، سرامیک گویند. آنها را از سمت لعابدار روی سطح کاغذ به ابعاد ۳۰ × ۳۰ سانتیمتر می‌چسبانند. برای مصرف آنرا ۴۸ ساعت خیسانده و کاغذ به راحتی جدا می‌شود.

***

برای کاشی معرق به آن ۳۵ درصد وزنی گردسنگ آهک افزوده که CaO باعث پوک شدن کاشی و عدم خرد شدن زیر ضربه می‌شود.

انواع مواد برای لعاب

لعاب شفاف را با استفاده از اکسید سرب و لعاب سفید را با استفاده از اکسید قلع ایجاد می‌کنند. روی جسم‌های نسوز نباید لعاب شیشه‌ای پخت، زیرا گداز آورِ لعاب ها هنگام پختن به نسوزها آسیب می‌رسانند.

افزایش حجم لعاب‌های شیشه‌ای در هنگام گرم شدن نباید مثل فلزها باشد و باید در برابر اسیدها به جز HF مقاوم باشند. سیلیسِ آب شده و اکسیدهای فلزی رنگی در لعابهای شیشه‌ای حل می‌شوند. لعابهای شیشه‌ای در برابر جسم‌های قلیایی داغ و جوشان، آب شیشه و نیز هیدروکسید آبکی کالیم و سدیم حساسند. لعابهای شیشه‌ای باید در برابر گازهای هیدروژن، CO و هیدروکربور پایدار باشند. لعابها به طور جداگانه مناسب نیستند، بلکه با هم مطلوبند. ترکیب چند لعاب با هم برای حذف مشکلات جداگانه آنها را فریت سازی گویند.

لعاب مناسب ترکیبی از سیلیکات سدیم با سیلیکات کلسیم و سیلیس است یا نمونهٔ مناسب دیگری از لعابها فلدسپات، Opal و خاک چینی است. برای ایجاد لعاب نمکی برای هر متر مکعب کوره ۲/۵ کیلوگرم نمک مورد نیاز است. نمک در ۱۲۰۰ درجه تبدیل به گاز می‌شود. لعاب نمکی از لعاب شیشه‌ای نازکتر بوده و در برابر گرما پایدار است.

***

در کاشی معرق ۳۵ درصد وزنی گرد سنگ آهک، خاک، به کاشی افزوده تا هنگام ضربه تیشه خرد نشود. مواد خام بدنه کاشی شامل خاک چینی، بال کلی و سنگ آتش زنه است. برای ساخت بدنهٔ کاشی، مواد خام مرطوب را زیرِ فشار پرس می‌کنند. گرمای درون خشک کن ۱۲۰-۱۰۰ درجه و مدت خشک کردن ۳۰ دقیقه است. دمای پخت کاشی ۸۰۰ درجه و دمای پخت لعاب کاشی ۱٤۰۰-۱۰۰۰ درجه است.

کاشی برای بدنه و کف ساختمان به کار می‌رود. کاشی بدنه را لعابدار می‌سازند و کاشی کف به صورت لعابدار، کم لعاب یا بی لعاب ساخته می‌شود.

ضخامت بدنهٔ کاشی ۱۲-٤ میلیمتر و ضخامت لعاب ۰/۱ تا ۰/۳ میلیمتر است. از لعاب برای جلوگیری از کثیف شدن و نفوذ مایعات و گازها و تأثیر بد مواد شیمیائی اسیدی (به جز اسید فلوریدریک) و بازی روی کاشی استفاده می‌کنند. از لحاظ کاربرد، دو نوع لعاب داریم: لعاب شیشه‌ای و لعاب گدازآور.

شرحی دیگر بر انواع لعاب

۱. دیرگداز: سیلیس بیشتر و مواد قلیایی کمتر دارند. این نوع لعاب سخت بوده و روی پرسلین و سفالینه ها استفاده می‌شود.

۲. زودگداز: مواد قلیائی بیشتر و سیلیس کمتری دارند.

کدر کردن لعاب، با اکسیدهای روی، تیتانیوم و قلع انجام می‌شود که استفاده از زیرلعاب سفید اقتصادی‌تر است. در یک دسته بندی کلی مواد لعابی شامل شیشه سازها، مواد اصلاح کننده، مواد گداز آور یا فلاکس است. مواد اولیه لعابها، سنگ آتش زنه، فلدسپات و کائولن است. برای ایجاد لعاب رنگی از مواد معدنی و برخی اکسیدهای فلزات استفاده می‌شود. انواع نقوش با توجه به محل قرارگیری لعاب در کاشی به زیرلعاب، میان لعاب و روی لعاب یا ماجولیکا تقسیم می‌شود.

مینا، نوعی لعاب است که شامل فلزات مختلف با ضخامت بسیار کم است که از کاهش (احیا شدن) اکسیدهای فلزی گوناگون درون کوره ایجاد می‌شود.

معایب لعاب:

۱. وجود مواد سربی سمی؛

۲. کربنات سدیم و پتاسیم سبب سوختگی پوست می‌شوند؛

۳. کاهش زیبایی ظاهری به علت غیر یکنواخت بودن لعاب؛

٤. اگر آب لعاب بیش از حد باشد، نمی توان آنرا دور ریخت؛

لعابهای گدازآور، بیشتر برای لعابکاری سرامیک‌های خشن مانند آجر مصرف می‌شوند، مانند اکسید سرب که سبب پائین آوردن درجه ذوب می‌شود. اگر لعاب کدر و سفید مورد نظر باشد از اکسید قلع، برای رنگ سرخ از خاک سرخ، برای رنگ سیاه از هیدروکسید آهن (لیمونیت) و برای رنگ زرد از مارن استفاده می‌شود.

لعاب نمکی، نوعی لعاب گداز آور است که روی سرامیک خشن و آجر استفاده می‌شود. وقتی گرمای کوره به حد پختن رسید، چند بار در کوره نمک طعام می‌پاشند. نمک به صورت گاز در آمده و با بخار آب ترکیب می‌شود. لعاب نمکی از لعاب شیشه‌ای نازکتر و یکپارچه‌تر است و ترک نمی خورد. برای ایجاد لعاب نمکی به ازای هر متر مکعب فضای کوره، ۲/۵ کیلوگرم نمک طعام لازم است.

سرامیک

امروزه سرامیک به تمام موارد غیرفلزی و غیرآلی اطلاق می‌شود کـه از خـاک سـاخته شـده و مصرف صنعتی دارند. ساختار فیزیکی سرامیک شامل تک بلوری، چند بلوری، شیشه‌ای یا ترکیب شیشه‌ای و چند بلوری است. محصولات سرامیک صنعتی عبارتست از شیشه، سـیمان، نـسوزها، لعابهای پرسلینی، گرافیت و الماس.

ماده اصلی سرامیک خاکرس (هیدروسیلیکات آلومینیوم) بوده که از پوسـیدن فلدسـپات هـا و میکاها بوسیله اسید کربنیک آب باران تولید می‌شود.

سیلیکات آلمینیوم سنگ‌های آذریـن تحـت عوامـل شـیمیائی بـه صـورت خـاکرس، کـوارتز سنگ‌های آذرین تحت عوامل فیزیکی به صورت ماسه و لای در می‌آید.

دو نوع خاکرس وجود دارد:

۱. خاکرس معدنی،که از آبرفتی خالص‌تر بوده، رنگ روشن دارد و فاقد خاصیت چسبندگی و خمیری است. تمایل به ترک خوردگی داشته و دیر گداز است، مانند کائولین یا خاک چینی.

۲. خاکرس آبرفتی که در بستر رودخانه ته نشین شده و دارای خاصیت خمیری، در رنگ‌هـای مختلف و برخلاف نوع معدنی دارای درجه ذوب پائین است. همچنین سـنگ‌هـای رسـی ماننـد شیست و شیل از دگرگون شدن خاکرس تحت فشار به وجود آمده اند.

فرمول شیمیائی مواد رسی به طور کلی $mAl_2O_3 + n\ SiO_2 + pH_2O$ است.

انواع محصولات سرامیکی در موارد زیر کاربرد دارند:

در دیوار، سقف، نما، پوشش درونی دیوار و کف، مصالح بهداشتی و موارد خاص.

انواع محصولات سرامیکی از لحاظ چگال بودن شامل دو گروه زیر است:

۱. مصالح دیوار و سقف و نما و کاشی پوک

۲. سنگ مصنوعی جوش (تنبوشه، کاشی و آجرجوش)

ویژگی قطعات سرامیکی بستگی به کیفیت مواد خام و روش تولید دارد. لعابکاری قبل یا بعـد از پخت صورت می‌گیرد.

انواع سرامیک

۱. ارتن ور یا سفالینه: نوعی سرامیک پوک با لعاب بی رنگ و شفاف است، که در ساخت لوازم خانگی و بهداشتی مصرف دارد. برای پخت انرژی کمتری نسبت به پرسلین صرف می‌شود. پخت دو مرحله دارد: در ابتدا پخت سرامیک در ۱۰۰۰-۸۰۰ درجه و سپس پخت با لعاب در حرارت حدود ۱۲۵۰ درجه.

ارتن ور به سه دسته فلدسپاتی، آهکی و رسی تقسیم می‌شود. کاشی تراکوتا نیز جزو این دسته است. شبه چینی محصولی بین ارتن ور و پرسلین است.

۲. تراکوتا یا خاک پخته: سرامیکی خشن با پوکی متوسط به رنگ اخرائی چرک تا قرمز، بیشتر بدون لعاب، برای داخل و خارج ساختمان و بام استفاده می‌شود.

۳. استون ور: با لعاب، متراکم، غیرنورگذران با یک شکست مقعر صدفی در رنگ‌های روشن (سبز، خاکستری، زردکم رنگ) تولید می‌شود. مواد اولیه آن خاک رس دیرگداز، کائولین شسته، کوارتز، فلدسپات، تالک و... است. قالب گیری به صورت گل پلاستیک یا در قالب گچی انجام می‌شود. لعاب استون ور فلدسپاتی است.

پخت دو مرحله دارد: در ابتدا پخت سرامیک در ۹۰۰ درجه و سپس پخت با لعاب در حرارت حدود ۱۳۰۰- ۱۲۵۰ درجه.

٤. پرسلین یا چینی: سفید تا حدی نورگذران و در انواع سخت و نرم و رنگی تولید می‌شود. از خصوصیات آن مقاومت بالا، سختی ۷ و پایداری در برابر مواد شیمیائی است. نوع سخت با بدنه سیلیسی از خاک چینی ساخته شده است. در دمای ۱٤۵۰- ۱۳۰۰ درجه بدنه و لعاب را با هم می‌پزند. مواد اولیه آن شامل خاک چینی، کوارتز، فلدسپات یا میکا و سنگ کورنیش است. (سنگ کورنیش، سنگی است که از تجزیه گرانیت بدست آمده و برای چسبندگی مواد خام در چینی سازی مصرف می‌شود.)

پرسیلین نرم در گرمای کمتری پخته می‌شود و لعاب آن نرم‌تر است. نوع فسفاتی آن که استخوانی نامیده می‌شود، از گرد استخوان، خاک چینی و سنگ کورنیش تشکیل می‌شود. پخت بدنه در ۱۳۰۰-۱۲۵۰ درجه و پخت لعاب در ۱۰۰۰ تا ۱۱۵۰ انجام می‌شود.

چینی الکتریکی شامل ۲ قسمت خاکرس، ۱ قسمت کوارتز، ۱ قسمت فلدسپات است.

نسوز

بدنهٔ اغلب کوره ها فولادی در ۵۰۰ تا ٦۰۰ درجه نرم شده، تغییر حالت می‌دهند و در حرارت ۱۰۰۰ درجه به حالت خمیری رسیده، به سرعت اکسید شده و در واکنش شیمیائی مواد داخل کوره شرکت می‌کنند.

۷۰ درصد نسوزهای تولید شده در صنعت ذوب و تهیه فلزات مصرف می‌شود. نسوز در ساختمان در داخل شومینه، یا سیستم حرارتی مثلاً دیگ بخار استفاده می‌شود. کاربردهای دیگر آن در بیمارستانها در داخل کوره زباله سوزی، دیگ شوفاژ و... است.

نسوز داخل شومینه حداکثر حرارتی در حدود ٤۰۰-۳۰۰ درجه را تحمل می‌کند، ولی در کوره آهنگدازی یا سیمان پری حرارت ۲۰۰۰ درجه را می‌بایست تحمل کند. در کوره ها نسوز باید در مقابل سایش مقاوم بوده، در فعل و انفعالات شیمیائی شرکت نکند و انقباض، انبساطش موجب شکستن کوره یا خود نسوز نشود.

خاصیت عمومی نسوزها تحمل حرارت ۱۵۸۰ درجه است. در استاندارد آلمان این عدد ۱۵۰۰ درجه ذکر شده است. مخلوط خارک رس و سیلیس از رایج ترین نسوزها است. درصد اختلاط این دو ماده تعیین کننده میزان تحمل حرارت‌های مختلف است. به طور مثال، نسوزی که پائین ترین درجه حرارت را می‌تواند تحمل کند، مخلوط ۹۵ درصد سیلیس و ۵ درصد خاک رس Al_2O_3 است، که می‌تواند حرارت ۱۵۸۰ را درجه تحمل کند. این حرارت مرز بین نسوز و غیر نسوز است. طبق استاندارد ایران، به ماده‌ای نسوز گویند که می‌تواند حرارت ۱٤۵۰ درجه را تحمل کند.

حرارت قابل تحمل نسوز ها باید چند درجه بالاتر از حرارت کورهٔ مورد نظر باشد، تا در اثر گرمای کوره، ذوب نشده و نیز انقباض، انبساط آنها موجب خردشدن و فروریختنشان نشود.

انقباض و انبساط نسوز باید با انقباض و انبساط کوره هماهنگ باشد و بتواند تغییر حرارت ناگهانی (شوک ناگهانی) را تحمل کند.

در ترکیبات نسوزها، اکسیدهای آهن FeO , Fe_2O_3 وجود دارد. اگر از مواد داخل کوره گاز CO متصاعد شود، با O_2 موجود در اکسید آهن ترکیب CO_2 می‌دهد و گاز CO_2 آزاد می‌شود. در نتیجه آهن موجود در نسوز نیز آزاد شده و نسوز تغییر ماهیت می‌دهد. پس مقدار مجموع اکسیدهای آهن و دیگر اکسیدهای گداز آور در نسوز (CaO و MgO) نباید از ۵ درصد تجاوز کند.

نسوز نباید در واکنش ها شرکت کند. محیط کوره را باید از نظر اکسید کننده یا احیا کننده بودن، بررسی کرده و نسوز مناسب انتخاب کرد. مثلاً در کوره سیمان پزی ٦٥ درصد CaO وجود دارد، محیط شدیداً قلیایی بوده و در منطقه پخت ۲۵-۲۰ درصد مواد ذوب و روانند. در نتیجه استفاده از نسوز اسیدی ممنوع است و باید از آجر منیزینی به عنوان نسوز استفاده کرد.

نسوز باید درمقابل سایش، ضربه، فشار و سایر نیروهای موجود در کوره مقاوم بوده و تحمل بار کوره را داشته باشد. همچنین نسوز باید در برابر پوسته پوسته شدن مقاوم باشد. دلیل پوسته پوسته شدنِ نسوز، اختلاف درجه حرارت سطح و عمقِ آن است. برای جلوگیری از پوسته پوسته شدن، نسوز را متخلخل می‌سازند که با این عمل فشارهای داخلی را بسیار کم می‌کنند. اما تخلخل ریز یا درشت در بعضی موارد باعث تجمع گازها در سوراخ ها می‌شود و تخریب نسوز را به دنبال دارد.

تقسیم بندی‌های نسوز

تقسیم بندی نسوز از لحاظ تحمل حرارت شامل سه دسته زیر است:

۱. نسوز عالی: تحمل حرارت بالاتر از ۲۰۰۰ درجه ؛

۲. نسوز متوسط: تحمل حرارت بین ۲۰۰۰-۱۸۰۰ درجه؛

۳. نسوز پست: تحمل حرارت بین ۱۸۰۰-۱۵۸۰ درجه؛

تقسیم بندی نسوز از لحاظ رفتار شیمیائی شامل دو دسته زیر است:

۱. نسوز اسیدی: نسوز سیلیسی و آلومینیوم سیلیسی؛

۲. نسوز بازی: نسوز منیزی، دولومیت و کرمیت؛

روند تهیه نسوز شامل مراحل زیر می‌شود:

۱. دانه بندی نسوز؛

۲. آماده سازی مواد؛

۳. شکل دادن نسوز با فشار حدود ۵۰۰ $\frac{kg}{cm^2}$؛

٤. خشک کردن نسوز؛

۵. پختن نسوزدر حرارت ۱۲۵۰ تا ۱۹۰۰ (پخت برخی نسوزها در حرارت ۲۵۰۰ درجه صورت می‌گیرد).

انواع نسوز

۱. آجر آلومینی: یکی از رایج ترین مصالح تهیه نسوز Al_2O_3 و Si_2O است. هر چه Al_2O_3 بیشتر باشد، نقطه ذوب هم بالاتر می‌رود. اگر مقدار Al_2O_3 بیش از ۸۰ درصد و مقدار Si_2O حدود ۲۰ درصد باشد، نسوز حاصل تا ۲۰۵۰ درجه حرارت را تحمل می‌کند. اگر مقدار Al_2O_3 حدود ۵۰ درصد باشد، نسوز بدست آمده، مناسب و مقاوم در برابر پوسته پوسته شدن و بار کوره است. این نسوز را برای کورهٔ سیمان پزی (حرارت ۱۵۰۰–۱٤۰۰) و کورهٔ ذوب شیشه مصرف می‌کنند. طبق استاندارد ایران Al_2O_3 در آجرنسوزآلومینی ٥٦٪ $< Al_2O_3 <$ ٤٥٪ است.

۲. آجر سیلیسی: با مقدار ۹۷ درصد سیلیس (طبق استاندارد ایران ۹۳ درصد) ساخته می‌شود. اشکال عمده این نوع نسوز عدم چسبندگی دانه ها به یکدیگر و لزوم استفاده از چسب است. اگر در دانه بندی دقت نکنند، تخلخل تا ۳۵ درصد حجم آجر هم می‌رسد، که برای تحمل بار کوره نامناسب است. از آجر سیلیسی برای فولادسازی به روش اسیدی و کورهٔ ذوبِ مس استفاده می‌شود.

۳. آجر نیمه سیلیسی: ۸۰ درصد SiO_2 دارد. نقطه ذوب و مقاومت آن در مقابل بار کوره کمتر از آجر سیلیسی است. ولی ثبات حجمی بیشتر داشته و دیرتر پوسته پوسته می‌شود.

٤. آجر منیزی: به آن منیزیت هم گویند. برای کوره‌های محیط قلیائی مناسب بوده و ۱٦۰۰ درجه را تحمل می‌کند. نقطه ضعف آن تغییر حجم در برابر حرارت و پوسته پوسته شدن است. راه حل این مشکل آسیاب کردن مجدد و دوباره پختنِ آن است. با افزودن ۱۵-۵ درصد کرومیت به مواد این نسوز، مقاومت در برابر شک حرارتی را بالا می‌برند. ۷۰ درصد آجرهای کورهٔ سیمان پزی از این نوع است. منیزیت ۸۵-۸۰ درصد MgO دارد. طبق استاندارد ایران باید مقدار ۸۰٪ $\geq MgO$ باشد.

۵. آجر شاموتی: این نوع نسوز ٤۵-۱۰ درصد AL_2O_3 و ۸۰-۵۰ درصد SiO_2 داشته و فرمول اصلی آن $AL_2o_3, 2\ Sio_2$ است. طبق استاندارد ایران ٤۵٪ > Al_2o_3 > ۳۰٪ و در حدود ٦/۵ درصد هم ناخالصی هائی دارد. وجود ناخالصی باعث پائین آوردن نقطه ذوب می‌شود. ماده چسبنده این آجر، خاکرس (مثل کائولن، هالوزیت، خاک نسوز) است.

٦. آجر دولومیتی: این نسوز قلیائی از $CaO,\ MgO$ بدست آمده که ایندو هم از حرارت دادن $MgCO_3, CaCO_3$ بدست می‌آیند.

۷. آجر فورس تریتی: این نسوز قلیائی از SiO_2 و MgO تشکیل شده و نقطه ذوب بالاتری دارد. این نسوز می‌تواند حرارت ۱۹۰۰ درجه را تحمل کند.

۸ آجر کرم منیزی: از کرم و منیزیم (۳۰ درصد و ۷۰ درصد) تشکیل شده و در صنایع فولادسازی استفاده می‌شود.

به نسوزهای ٦ و ۷ و ۸ آجرهای منیزی گویند، چون هر سه MgO دارند.

قیر

قیر جسمی متشکل از هیدروکربور با وزن مولکولی بالا و رنگ مشکلی براق است. مصرف قیر در ساختمان به علت غیرقابل نفوذ بودن و در راهسازی به علت خاصیت چسبندگی و نیز غیرقابل نفوذ بودن است. قیر در ساختمان نیروهای کششی و فشاری و در راه سازی نیروهای کوبیدن، مکیدن و خراشیدن را تحمل می‌کند. قیر در مقابل عوامل جوی مانند گرما، سرما، یخبندان مقاوم و در درجه حرارت‌های معمولی تغییر حالت نمی‌دهد. قیر به دو دسته معدنی و پالوده تقسیم می‌شود.

قیر معدنی، با ناخالصی زیاد در طبیعت یافت می‌شود و امکان دارد به صورت آزاد یا به صورت ماسه یا سنگ قیری در طبیعت موجود باشد. قیر پالوده سنگین ترین عنصر نفت خام بوده و مصرف عمده قیر دنیا از نوع پالوده است. قیر پالوده در دمای ۳۵۰ درجه در روند حرارت دادن به نفت خام به دست می‌آید.

قیر ۷۰-۶۰ قیر شل و قیر ۱۵-۹۵ قیر سفت است که در ساختمان مصرف دارند و بقیه انواع قیر در راهسازی مصرف می‌شوند. در قیر سفت ،۱۵ درجه نفوذ و ۹۵، درجه نرمی قیر است. درجه نفوذ، روانی قیر را مشخص می‌کند. از انواع آزمایش‌های دیگر که خواص قیر را مشخص می‌کند می‌توان به آزمایش درجه اشتعال قیر، درجه چکیدن قیر یا درجه شکنندگی قیر یا آزمایش غلظت قیر اشاره کرد. آزمایش غلظت قیر، کندی روان شدن قیر را مشخص می‌کند و نشان می‌دهد قیر تا چه حد دور دانه ها را اندود کرده و پایداری آن چه مدت است.

قیر مورد مصرف در راهسازی به طور مستقیم در مواجه با عوامل جوی و ضربه بوده و چسبندگی آن مدنظر است. ولی در ساختمان فقط برای جلوگیری از نفوذ رطوبت استفاده می‌شود. بنابراین شکل و نوع قیر مصرفی در ساختمان و راهسازی متفاوت است.

قیرهای راهسازی

۱. امولسیون قیر: امولسیون به صورت دو جسم درهم حل نشده است. به عبارتی ذرات ۱ تا ۱۰ میکرون قیر در آب معلق اند. قیر را گرم کرده و در آب می‌پاشند. برای ممانعت از دلمه شدن دانه‌های قیر به آن ژلاتین و انگم و... می‌افرایند. مصرف امولسیون در راهسازی و مکانهای مرطوب و نیز در مکانهایی است که نخواهند قیر گرم مصرف کنند. تبخیر آبِ امولسیون و نشستن قیر روی دانه‌های سنگی را، شکستن گویند.

مدت زمان شکستن امولسیون پس از مصرف بسیار مهم است و این زمان به جنس قیر، مصالح سنگی، گرما و رطوبت محیط بستگی دارد. امولسیون به انواع اسیدی، بازی، دیرشکن و زودشکن تقسیم می‌شود. معمولاً برای کارهای سریع و آسفالتهای فوری و لکه گیری راه از امولسیون استفاده می‌کنند.

۲. قیر محلول در مواد نفتی:

R-C (Rapid- Curing) قیر محلول زودگیر، انواع ۵-۰، حلال: بنزین، مورد استفاده در ساختمان

M- C (Medium- Curing) قیر محل کندگیر، انواع ۵-۰، حلال: نفت سفید یا نفت چراغ، مورد استفاده در راهسازی

S-C (Slow- Caring) قیر محلول دیرگیر، انواع ۵-۰، حلال: نفت سیاه یا نفت کوره یا نفت گاز، مورد استفاده در راهسازی.

روغن راه نوعی قیر محول دیرگیر است.

۳. قطران یا گودرن (Goudron): تنها فرآورده‌ای که تقریباً دارای خواص قیر بوده و برای ایزولاسیون رطوبتی و ساخت رویه‌های فنری در راه سازی مصرف می‌شود. قطران از حرارت دادن به زغال سنگ در کارخانه کک سازی در حرات ۱۲۰۰- ۶۰۰ درجه بدست می‌آید. قطران در ممالکی که فاقد چاه‌های نفت اند ، مصرف زیادی دارد و در ایران برای مبارزه با موریانه به تراورس‌های راه آهن تزریق می‌شود.

***

قیر از تعدادی هیدروکربور که به صورت کلوئیدی مخلوط شده اند، تشکیل شده است. مزایای قیر شامل غیر قابل نفوذ بودن، عایق الکتریکی، قابلیت ارتجاع، پایداری متوسط در برابر اسید، باز، نمک و چسبندگی است. معایب قیر شامل روان شدن در حرارت بالا، تجزیه به زغال و از دست چسبندگی در گرمای زیاد، تغییر شکل در فشار زیاد، قابلیت انحلال در روغن‌های معدنی و برخی حلال ها مثل سولفور کربن، از دست دادن چسبندگی در محیط مرطوب و آلوده به خاک است.

مواد آلی (زغال سنگ، چوب، شیل، تورب) را به دور از هوا تقطیر و گازهای حاصل را سرد کرده که مادهٔ تیره رنگی با نام قطران خام بدست می‌آید. با پالایش قطران خام، مواد فرار جدا شده و پس مانده یا زفت قطران به جای می‌ماند.

برای پالایش ناخالصی قیرهای معدنی حدود ۱٦۰ درجه حرارت لازم است. در حرارت ۳۸۰ درجه به نفت خام، قیر پالوده (قیر نفتی) به جا می‌ماند. این قیر باید همگن باشد، آب نداشته و در ۱۷۵ درجه کف نکند.

انواع قیر نفتی خالص

۱. قیر نفتی دمیده یا اکسیده: این نوع قیر در اثر حرارت نرم می‌شود. برای سختی بیشتر، به قیر نفتی هوای داغ با گرمای ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه می‌دمند. به این عمل پلیمریزاسیون گویند.

در اثر دمیدن هوا، هیدرکوبور سخت ایجاد می‌شود. روغن این قیرها در گرما تبخیر نشده و در سرما هم خاصیت چسبندگی (انگمی) خود را حفظ می‌کنند. درجه نفوذ این نوع قیر کمتر از قیر معمولی و درجه نرمی آن بیشتر از قیر معمولی است. از قیر معمولی حساستر بوده و چسبندگی بیشتری دارد. موارد مصرف این نوع قیر برای ساختن لایه‌های آب بندی پیش ساخته (مقوا و مشمع قیری)، اندودهای آب بندی، رنگ ضد آب، اندود لوله ها و پرکردن درز و ترک است. قیر اکسیده با ترکیبات مخصوص تشکیل ماده‌ای صنعتی می‌دهد که در سرما هم کشسان است.

۲. قیر نفتی محلول یا پس برید: این نوع قیر در حلال‌های معدنی به صورت محلول است. هرچه حلال زودتر تبخیر شود یا مقدارش بیشتر باشد، قیر روانتر می‌شود. حداقل مقدار حلال

۱۰ درصد وزن قیر محلول بوده و مورد مصرف آن در راهسازی، اندود آب بندی و روکش سطوح است.

۳. قیر نفتی امولسیون: قیر در آب پراکنده و شناور است. مورد مصرف برای اندود سنگدانه‌های سرد و مرطوب، پایدار کردن خاک، جلوگیری از روان شدن ماسه‌های روان، زیرسازی و روسازی راه است. برای جلوگیری از دلمه شدن امولسیون از امولگاتر (مانند ژلاتین و بتونیت) استفاده می‌کنند. امولسیون بر اساس امولگاتر به دو دسته اسیدی و قلیایی و بر اساس زمان شکستن به سه دسته زودشکن RS، کندشکن و MS و دیرشکن SS تقسیم می‌شود. از قیر در ساخت انواع ماستیک استفاده می‌شود.

قیر در عایقکاری

عایقکاری با قیرگونی در بارندگی و یا بر سطح مرطوب مجاز نیست. قیر جامد را باید گرم مصرف کرد. عایقکاری در دمای زیر ٤ درجه مجاز نیست. قیر را نباید بیش از ۱۷۵ درجه حرارت داد، زیرا مواد فرار آن تبخیر می‌شود. مصرف ادوات سوراخ کننده غیرمجاز است. هم پوشانی سطوح، در عایقکاری با قیرگونی ۱۰ سانتیمتر است. در سطوح شیبدار، عایقکاری از رقوم پائین به بالا صورت گرفته و هم پوشانی باید طوری باشد که امکان رفتن آب به زیر عایق نباشد. عایقکاری یک لایه در سطح شیبدار از رقوم پائین به بالا به صورت عمود برخط شیب سطح انجام می‌شود.

در جائیکه اختلاف دمای شب و روز زیاد است، بهتر است از قیر دمیده ۱۵- ۹۰ یا ۲۵- ۸۵ یا مخلوطی از ایندو مورد با قیر ۱۰۰-۸۰، ۷۰-٦۰، یا ۵۰-٤۰ استفاده کرد. امولسیون را تا چند ماه قابلیت نگهداری دارد، به شرطی که بشکه هرچند وقت یکبار چرخانده شود. مخلوط شدن امولسیون ها با بارهای الکتریکی مختلف ممنوع است، زیرا موجب شکستن آنها می‌شود. از انبار کردن امولسیون در دمای زیر ۲ درجه خودداری شود.

حلال‌های قیر عبارتند از روغن‌های معدنی، سولفورکربن، تتراکلروکربن، تری کلوروفنل و... نفت خام به انواع آسفالتیک (مناسب برای راهسازی)، پارافینیک، آسفالتیک- پارافینیک (بیشتر نفت خام ایران به این صورت است) تقسیم می‌شود.

مقایسه قیرهای معدنی و خالص (نفتی): قیر نفتی گوگرد کمتر، ناخالصی کمتر، روغن و پارافین بیشتر و شمار استری و صابونی شدن کمتر از قیر معدنی را داراست.

در ایران قیرهای ۴۰-۵۰، ۶۰-۷۰، ۸۰-۱۰۰ برای راهسازی و ۶۰-۷۰ برای آب بندی بام در نواحی معتدل استفاده می‌شود. در پالایشگاه‌های ایران دو نوع قیر اکسیده ۲۵-۸۰ و ۱۵-۹۰ ساخته و مصرف می‌شود. تقسیم بندی جدید قیر بر اساس وسیکوزیته یا همان کندروانی است. هر دو نوع قیر معدنی و نفتی در ساختمان مصرف دارد. برای پالایش قیرهای معدنی آنها را ۱۶۰ درجه گرما داده، بعد صاف می‌کنند.

***

قیر، جسم سیاه دارای هیدروکربورهای گوگرد دار و اکسیژن دار است که در روغن‌های معدنی حل می‌شود. برای قیرهای معدنی ایران نمی توان درجه آب شدن را اندازه گرفت، زیرا درجه آب شدن نزدیک به درجه الو گرفتن است. سنگ قیری را برای ساخت رویهٔ آسفالت کوبیده و به صورت بتن آسفالتی مصرف می‌کنند. ماسه آسفالتی شامل سنگ قیری با ۱۰ درصد (وزن ماسه) قیر و به صورت آسیاب شده است.

در فرآیند پالایش نفت در پالایشگاه مواد زیر به دست می‌آید:

قیرهای نفتی، از محصولات پالایش نفت خام بوده که در حرارت‌های مختلف مواد زیر بدست می‌آید:

گرما تا ۱۰۰ درجه، بنزین (light gasoline)، گرمای ۱۶۰-۱۰۰ درجه، حل کننده نفتی (Naphta)، گرمای ۲۵۰-۱۶۰ درجه نفت چراغ (Kerosene)، گرمای ۳۶۰-۲۵۰ درجه، نفت گاز (gas oil)، بیش از ۳۶۰ درجه، پس مانده سوختی (residual fuel) و بیش از ۳۸۰ درجه، قیرنفتی (solid bitumen) بدست می‌آید.

روغن قیر معدنی در زمان طولانی پریده است، بنابراین پایداری قیر معدنی برای ساخت رویهٔ سیاه و آب بندی بیش از قیر نفتی است. قیر نفتی خالص را بیتوم گویند. شمار اسید و صابونی شدن نشانه خلوص قیر است. شمار اسید نشان می‌دهد برای خنثی کردن اسید آزاد در یک گرم قیر، چند هزارم گرم هیدروکسید کالیم نیاز است. شمار ارتسل نشان می‌دهد برای تجزیه ارتسل در یک گرم قیر، چند هزارم گرم هیدروکسید کالیم نیاز است.

شمار اسید + شمار ارتسل = شمار صابونی شدن

انواع دیگر قیر

قیر موم دار برای رویه سیاه نامناسب است. موم نفت یا پارافین، روغنی است معدنی که کم و بیش در قیر نفتی موجود است. موم خاصیت انگمی قیر را کم می‌کند، در نتیجه رویه سیاه شکننده می‌شود. هرچه میزان موم کم باشد، خواص قیر نفتی به قیر معدنی نزدیکتر شده و برای رویه سیاه مناسب می‌شود. بنابراین پارافین قیر نفتی را می‌گیرند. البته فقط می‌شود پارافین بلوری را جدا نمود و پارافین غیربلوری باقی می‌ماند. به جز پارافین، مایهٔ قیر (آسفالتین)، اکسیژن و روغن‌های معدنی هم در جنس قیر اثر دارند. خاکستر، جنس قیر بازاری را نامرغوب می‌کند. اما در قیر راهسازی مانند گرد سنگ عمل می‌کند و مناسب است.

قیر خلاء، نوعی قیر است که از پالایش نفت خام در خلاء بدست می‌آید. در این صورت روغن‌های معدنی سنگین گرفته شده، قیری شخ بدست می‌آید، که برای راهسازی مصرف نمی‌شود و در سرما هم پایدار نیست، زیرا روغن آن کم و خاصیت انگمی کمی‌دارد.

قیر هوا دمیده یا اکسید شده، دارای درجه نرمی بالا و دارای خاصیت انگمی‌در سرما است. اگر درجهٔ نفوذ یک قیر اکسید شده و یک قیر اکسید نشده یکی باشد، درجهٔ چکیدن و درجهٔ نرمی قیر اکسید شده، بالاتر است. در قیر اکسید شده فاصلهٔ میان درجه چکیدن و درجه شکستن تا ۱۰۰ درجه می‌رسد.

در نتیجه قیر اکسید شده در گرما از قیر اکسید نشده پایدارتر است. چسبندگی قیر اکسید شده در گرما و خاصیت انگمی قیر اکسید شده در سرما بیش از قیر اکسید نشده است. قیر اکسید شده

را Rubbery gread هم می‌نامند و آنرا برای اندود کردن لوله ها، ساختن مقوا و قیرگونی و آب بندی مصرف می‌کنند.

شرحی دیگر بر قیرهای راهسازی

۱. قیر خالص: محصول پالودن نفت خام بوده و برای ساخت رویه سیاه و داغ در هوای گرم و خشک مصرف می‌شود. در هوای سرد و سنگ سرد، دانه ها را اندود نکرده و مناسب نیست. برای اندود سنگ با قیر خالص، باید قیر و سنگ را ۱۷۰-۱۳۰ درجه داغ کرد.

۲. قیر محلول یا پس برید (Cut bracks): در هوای سرد و خشک، اندود آب بندی، اندود سطحی و نفوذی، اندود سنگ سرد مصرف می‌شود. جنس قیر محلول بستگی به جنس قیر خالص و روغن معدنی حل کنندهٔ آن دارد. هرچه روغن بیشتر باشد، قیر محلول شل‌تر است.

کندروانی قیرهای محلول باید در حدی باشد که برای آب کردن آن نیاز به گرمای زیاد نباشد. درجه گرمای آب کردن قیرهای محلول باید از درجه الو گرفتن روغن حل کننده آنها پائین‌تر باشد.

۳. امولسیون قیر: برای اندود کردن سنگ‌تر یا خشک، پاشیدن روی ماسه‌های روان، اندود ماسه ریزدانه، ساخت شفته قیری و خشت قیری، در هر هوایی مصرف دارد. کندروانی امولسیون قیر بستگی به ریزی دانه‌های قیر دارد و به کمی یا زیادی قیر بستگی ندارد. آبکی بودن نشانه کمی قیر نیست.

کندروانی امولسیون با ۵۰ تا ٦۰ درصد قیر، کم کم افزایش می‌یابد و بیش از ٦۰ درصد قیر، زود کندروان می‌شود. ریزی دانه‌های قیر هم امولسیون را کند روان می‌کند. برای آنکه امولسیون قیر آبکی شود، آنرا گرم می‌کنند. امولگاترها یا به حالت آبکی اند، مانند آب صابون، انگم و ژلاتین یا جامدند، مانند بنتونیت (گل سرشوی) یا گرد لاستیک. هرچه قیر ریزدانه‌تر و هوا گرم‌تر باشد، امولسیون زودتر می‌شکند. پس از شکستن رنگ قهوه‌ای امولسیون، سیاه می‌شود.

امولسیون قیر را با قیر سفت یا خمیری می‌سازند. از امولسیون درکشورهای نمناک و پرباران زیاد استفاده می‌کنند، زیرا در ۰ تا ۱۰۰ درجه روان است، خوب اندود می‌کند، نمی سوزد، منفجر نمی‌شود و بوی نامطبوع ندارد.

دو نوع امولسیون قلیایی و اسیدی وجود دارد. سنگ باید آب امولسیون قلیایی را بهتر از قیر بمکد و باید سوراخ‌های سنگ خیلی ریز باشد.

اگر سنگ آب را خوب بمکد، قیر به سنگ می‌چسبد و اگر سنگ نمناک باشد، آب را نمی مکد. در نتیجه آب نپریده و امولسیون زیر رفت و آمد جدا می‌شود. امولسیون قلیایی به سنگ‌های آهکی و پرفیری که نم کش هستند، خوب می‌چسبند و اما به سنگهای بلوری و شیشه‌ای نمی چسبند.

امولسیون اسیدی برای اندود انواع سنگها مناسب است، تا حدود ٦۰ درصد قیر دارد و باز آبکی بوده و حتی برای اندود سنگ نمناک مناسب است.

انواع امولسیون قلیائی:

الف. امولسیون ناپایدار و زودشکن (E R): ٦۰-۵۵ درصد قیر دارد. برای رویه‌های سیاه و سطح بتن تازه برای ممانعت از پریدن آب بتن، مناسب است. امولگاتر این امولسیون ۲ تا ۳ درصد وزن قیر، صابون قلیایی است. این نوع امولسیون هنگام اندود کردن سنگ می‌شکند.

ب. امولسیون نیم پایدار و کندشکن (EM): جسم پایدار کننده در آن مصرف می‌شود. برای اندود نرمه سنگ و ساختن ماکادام سیاه اندودی ریزدانه و آسفالت سرد مصرف دارد.

ج. امولسیون پایدار و دیر شکن (EST): بعد از تبخیر آب می‌شکند. برای آب بندی و اندود ریزدانه، پر کردن درزهای رویهٔ سیاه و ساخت شفته قیری، پی سازی و خشت قیری مصرف می‌شود. امولگاتر این امولسیون ۵ تا ۱۰ درصد بنتونیت است.

نوعی امولسیون ضدیخ وجود دارد که ناپایدار و زودشکن بوده و برای لکه گیری در فصل زمستان استفاده می‌شود و تا زیر ۸ درجه یخ نزده و حتی اگر یخ بزند، آب شده و باز چسبنده است. آنرا باید در گرمای بالاتر از درجهٔ یخ زدن به مصرف رسانید.

امولسیون اسیدی زودشکن است. RC قیر محلول زودگیر و کند روان است و به علت کندروانی نمی تواند سنگدانه‌های ریز را خوب اندود کند.

قطران

قطران از چوب و سنگ شیست چرب بدست می‌آید. دانه‌های سنگ را خوب بهم چسبانده و برای آب بندی و رویه سیاه مصرف می‌شود. در کارخانه گازسازی در ۱۲۰۰ درجه، در کارخانه آهنگدازی در ۸۰۰ درجه و در کارخانه کک سازی در ٦۰۰ درجه کک می‌سازند. گاز برخاسته سرد شده، عرق کرده و به قطران خام تبدیل می‌شود. قطران هایی که از زغال سنگِ قهوه‌ای و سنگ شیست ساخته می‌شوند، موم زیادی دارند و به درد راهسازی نمی خورند، زیرا چسبندگی کمی‌دارند. برای تجزیه کردن قطران به آن گرما می‌دهند. تا ۱۷۰ درجه روغن‌های سبک، ۱۷۰ تا ۲۷۰ درجه روغن‌های نیم سبک، ۲۷۰ تا ۳۰۰ درجه روغن‌های سنگین و بیش از ۳۰۰ درجه روغن آنتراسنِ آن جدا می‌شود. برای ساخت قطران راهسازی، به قطران خام، ۳۰۰ تا ۳۵۰ درجه گرما می‌دهند. زفت (Pitch)، پس مانده پالودن قطران در گرمای ۳۰۰ درجه است.

قطران خام کک سازی دارای آب و روغن سبک بوده که آب آن را می‌گیرند تا در گرم کردن کف نکند. روغن‌های سبک قطران دارای فنل و اسید قطران هستند. اسید در آب حل می‌شود و آب باران می‌تواند آنرا بشوید. در قطران، جسم هایی هست که در Benzal حل نمی شوند و نقش آنها در قطران مانند گرد سنگ بوده و قطران را پایدار می‌کنند. همهٔ قطرانی که در ساخت رویه سیاه مصرف می‌شود را نمی توان اندازه گرفت، زیرا همهٔ قطران در Benzal حل نمی‌شود. تزریق قطران به تراورس راه آهن برای جلوگیری از فساد آنهاست.

آزمایش شکنندگی قیر (درجه شکستن) با دستگاه فراس، آزمایش خاصیت انگمی قیر با دستگاه دو dow اندازه گیری می‌شود. کندروانی حرکتی قیر را با صدم پواز یا به صدم ستوکس می‌سنجند. پواز واحد کندروانی حرکتی جسم‌های آبکی است.

K یا kathion، نشانه امولسیون قیر اسیدی، A نشانه امولسیون قیر قلیائی، ER۵۰a نشانه امولسیون قیر ناپایدار یا زودشکن قلیائی با ۵۰ درصد قیر خالص، ER۵۰k نشانه امولسیون قیر ناپایدار یا زودشکن اسیدی با ۵۰ درصد قیر خالص است.

مدت انبار امولسیون تا دو ماه مجاز است. آب بندی بام با شیب ۱ درصد بام به سوی ناودان ها است.

***

قیر در طبیعت به صورت گاز، مایع، نیمه جامد و جامد است. قیری که به طور عمده در ساختمان مصرف می‌شود، پس مانده قطران بدست آمده از زغال سنگ است. پس مانده قطران که در حرارت نسبتاً پائین نرم شده، جریان پیدا می‌کند، برای بام‌های کم شیب مناسب است. پس مانده قطران زغال سنگ در معرض اشعهٔ ماوراء بنفش خورشید به سرعت اکسید می‌شود، بنابراین باید توسط روکش شنی یا تفاله قیر محافظت شود.

انواع قیر نفتی

۱. قیر نفتی گرم که در اثر حرارت نرم می‌شود و به طور مستقیم قابل بهره برداری است. می‌توان بر آن هوا دمیده و قیر سخت تری به دست آورد، یا آن را با پودر معدنی مستحکم‌تر کرد. قیر گرم به سطوح نم دار، ناقص چسبیده، انعطاف پذیری کم داشته و در تابش خورشید اکسید شده و در حرارت‌های پائین شکننده است.

۲. قیر محلول که خود به ۳ دسته تقسیم می‌شود.

الف) قیر روان که مقداری الیاف دارد؛

ب) قیر محلول سنگین که مقدار زیادی مواد ریز و الیاف دارد، از مقاومت بالایی در برابر عوامل جوی برخوردار است؛

ج) قیر محلول از نوع اولیه که همراه با هیچ ماده ریز یا الیافی نیست و روی سطح فلزات نیز استفاده می‌شود؛

هیچ یک از موارد الف و ب و ج جهت پرداخت نهایی استفاده نمی‌شود و چسبندگی ضعیفی روی سطوح مرطوب دارند.

۳. قیر نفتی امولسیون که در آب شناورند. بر اساس امولگاتر به ۳ دسته تقسیم میشوند: نوع صابونی، نوع صابونی- رسی، نوع رسی. مزیت عمده امولسیون ها سهولت در جابجایی، عدم نیاز به گرم کردن موقع مصرف و چسبندگی با سطوح مرطوب است. امولسیون با امولگاتر رسی خرابی کمتری در مقابل عوامل جوی دارد.

قیر نفتی که در آماده سازی پارچه استفاده می‌شود، نوع ۵۰-۶۰ است. قیر مورد استفاده در روکش ها از نوع قیر محلول روان با مقداری الیاف است، که در برابر حرارت، حساسیت کمی از خود نشان می‌دهد. قیر عمل آمده برای محلی که در معرض حرارت بالا نیست، مناسب بوده و باید درجه نفوذ بالایی داشته باشد. اگر قیر را برای سطوح قائمی که در معرض تابش مستقیم خورشید است، استفاده کنیم، باید دارای درجه نرمی بالا و درجه نفوذ پائین باشد. از قیرهای محلول و امولسیون بیشتر در ساخت جاده، نگهداری جاده و باند فرودگاه استفاده می‌شود. از مصرف قیر نفتی و پس مانده قطران با هم پرهیز شود، زیرا باعث ترک می‌شود.

بیشتر قیرهای نفتی مایع که جهت جاده سازی مصرف می‌شود، قیرهای محلول است که با توجه به نوع حل شونده به ۳ دسته تقسیم می‌شود:

۱. سریع عمل آمده که بنزین، حلال آن بوده و برای دانه بندی سطح گسترده استفاده می‌شود؛

۲. متوسط عمل آمده که نفت چراغ، حلال آن بوده و برای دانه بندی متراکم استفاده می‌شود؛

۳. کند عمل آمده که نفت کوره‌ای سنگین، حلال آن بوده و برای عملیات منقطع جاده سازی مناسب است؛

عمل آمدن به معنای سرعت محو شدن حلال در طی مرحله ساخت یا پس از اتمام عملیات جاده سازی است. براساس تفاوت در لزجی هر سه گروه به انواع ۵ -۰ تقسیم می‌شوند. نوع ۰ دارای لزجی پائین بوده و در حرارت معمولی جاری است و نوع ۵ لزجی بالا داشته و نیمه جامد است.

نکاتی در مورد قیر

قیر در برابر اسیدها و بازها مقاوم است و در مقابل جریان الکتریکی ثبات رنگ دارد. حلال رنگهای قیری تربانتین است. قیر فلاکسی، قیری است که با افزودن ماده رقیق کننده به قیر نفتی بدست می‌آید. قیر سخت دارای درجه نفوذ ۶۰-۱۰ و قیر نرم قیریست با درجه نفوذ ۶۰ تا ۳۰۰. حداقل وزن گونی قیر اندود در هر مترمربع ۲۷۰۰ گرم است. حداقل ضخامت گونی قیراندود ۳ میلیمتر و حداکثر کرنش طولی گونی قیراندود شده ۲ درصد طول است. گونی قیراندود که به مدت ۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه باشد، نباید پاره شود.

گونی قیراندود که به مدت ۵ ساعت در دمای ۵۰ درجه باشد و بعد در دمای معمولی خشک شود، نباید ترک بخورد. مدت زمان گیرائی قیر محلول دیرگیر حدود یک هفته است. زفت قطران و قیر خالص به صورت جامد یا نیمه جامدند. قیر دمیده را از قیر خالص یا قیر محلول تهیه می‌کنند. شبه لاستیک (rubbery gread) از اضافه نمودن کاتالیزور به قیر دمیده بدست می‌آید. امولگاتر امکان دارد به صورت جامد یا مایع باشد. بسته به نوع امولگاتر، قیر به سه دسته کاتیونی، آنیونی و کلوئیدی تقسیم بندی می‌شود. قطران زغال سنگ، معمولترین قطران راهسازی است. استفاده توأم از قیرهای سفت و روان، باعث بالا بردن چسبندگی، انعطاف و ماندگاری قیر می‌شود. قطران زغال به علت عدم تولید در ایران مصرف ندارد. مصرف قیر محلول به علت آلودگی ممنوع است. تابش مستقیم نورخورشید، گاز ناشی از خودروها و اشعه ماورای بنفش باعث تجزیه مواد قیری می‌شود.

مجاورت قطران با قیر نفتی باعث ایجاد ترک بر روی آن می‌شود. درجه شکستن قیر نشان دهنده پایداری قیر در سرماست. آب در شرایط خاص توسط نمکهای غیرآلی موجود در قیر جذب می‌شود. ماسه سیلیسی با قیر خالص، شفته قیری ضد اسید ایجاد می‌کند.

شیشه

شیشه جسمی سخت بوده و سختی آن ۸ است. همهٔ اجسام به جز الماسه ها را خط می‌اندازد. با وزن مخصوص ۲/۵ ، ترد و شکننده است. شیشه در مقابل تمام مواد شیمیائی حتی اسیدها و بازهای قوی، مقاوم است و فقط اسید فلوئویدریک HF آنرا را در خود حل می‌کند.

سه عنصر اصلی تشکل دهنده شیشه، کربنات دو سود، سنگ آهک و سیلیس است. برای پائین آوردن نقطه ذوب سیلیس از اکسید سدیم و اکسید کالیم و خرده شیشه استفاده می‌شود. این مواد را روان کننده می‌نامند. برای تثبیت مقاومت شیشه در مقابل آب و هوا از تثبیت کننده هایی مانند اکسیدهای دو ظرفیتی باریم و کلسیم استفاده می‌کنند.

ماده اصلی شیشه سیلیس است. شیشه هایی که مواد آنها قلیایی است، مقاومت کمتری در مقابل عوامل جوی دارند و زودتر کدر می‌شوند. اگر در شیشه SO_3 بیش از ۰/۵ درصد باشد، و یسکوزیته خمیر شیشه زیاد شده، روانی کم شده و شکل دادن به شیشه مشکل می‌شود. شیشه‌ای که مواد آنها فلدسپات هم داشته باشد، در برابر مواد شیمیائی مقاوم بوده و ظروف آزمایشگاهی را از آنها می‌سازند. اگر به مواد اولیه شیشه مقداری اکسید سرب اضافه کنند، شیشه شفاف‌تر می‌شود. بنابراین برای ساخت بلور به جای اکسید کلسیم از اکسیدهای سرب استفاده می‌شود. برای ساخت شیشهٔ آینه هم از اکسید کلسیم و هم اکسید سرب استفاده می‌کنند. شیشه‌ای که در آن از اکسید سرب استفاده شده باشد، هم سنگین‌تر است هم گران تر.

هر قدر اکسیدهای آهن در مواد اولیه شیشه کمتر باشد، شیشه بیرنگ‌تر می‌شود. اکسید بر برای ازدیاد مقاومت حرارتی، اکسید باریم برای افزودن ضریب انکسار شیشه مورد استفاده در کارهای اپتیک، اکسید سزیم برای جذب اشعه مادون قرمز افزوده می‌شود. رایج ترین کوره مورد استفاده برای پخت شیشه، کوره تانکی است. کار کوره تانکی پیوسته بوده و بدنه کوره با مواد نسوز با مقاومت سایشی بالا پوشانده شده است. در تولید شیشه، در حرارت ۱۰۰ درجه آب فیزیکی

تبخیر شده، در ۶۰۰ درجه کربنات سدیم و کلسیم مخلوط می‌شوند. در ۹۰۰ درجه، کربنات سدیم با سیلیس ترکیب می‌شود. در ۱۰۰۰ درجه متاسیلیکات کلسیم تشکیل می‌شود. در ۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه ذوب و پالایش شیشه درون کوره به اتمام می‌رسد. محصول، شیشه روان با ویسکوزیته فوق العاده پائین است که شکل دهی به آن غیرممکن است، بنابراین حرارت را به ۱۰۰۰ درجه کاهش می‌دهند.

دمای ذوب کلی شیشه ۱۵۰۰ تا ۱۶۰۰ درجه است. سوخت کوره ذوب شیشه، زغال سنگ و گاز و بهترین سوخت برق است. فقط در حالت خمیری می‌توان به شیشه شکل داد. عمده ترین محصول کارخانه‌های شیشه سازی، ساخت ظروف آشپزخانه و شیشه مسطح است. ساخت ظروف آشپزخانه با دمیدن هوا انجام می‌شود.

شیشه مسطح را با روش‌های زیر می‌سازند:

۱. قدیمی ترین روش ریخته گری است که مواد مذاب را روی سینی از جنس مس یا فولاد ریخته و با غلطک پهن می‌کنند. شیشه کاملاً بی موج نبوده و شفافیت کافی ندارد.

۲. روش شناور که در آن نوار شیشه مذاب را از کوره مستقیماً در حوضچه قلع مذاب برده و در حین عبور حرارت داده و سپس شیشه به تدریج سرد می‌شود. قلع در ۲۳۱ درجه ذوب شده و تنها فلزی است که با مواد شیشه واکنش شیمیائی نداده و مناسب ترین ماده برای روش شناور است.

۳. روش نورد که از آن برای ساخت شیشه‌های گلدار که در بازار ایران به شیشه مشجر معروف است، استفاده می‌شود.

انواع شیشه

۱. شیشه رنگی از افزودن برخی مواد شیمیائی به مصالح اولیه تولید شیشه بدست می‌آید. اکسیدهای مس به شیشه رنگ‌های مختلف قرمز می‌دهد. اکسید کبالت برای رنگ آبی پررنگ، اکسید اورانیوم و کادیوم برای رنگ زرد و ۲٪ اکسید تیتان برای رنگ زرد درخشان استفاده می‌شود.

۲. شیشه مسطح در برابر ضربه مقاوم بوده و به روش ریخته گری تولید می‌شود. یک لایه توری سیمی بین دولایه شیشه قرار می‌دهند. ضخامت شیشه مسطح ٤ تا ٦ میلیمتر است و برای درب ورودی و کارگاه ها که امکان ضربه زدن به شیشه وجود دارد، استفاده می‌شود.

۳. شیشه مقاوم در برابر حرارت یا پیرکس (Pyrex) برای ساخت ظروف لوکس آشپزخانه و ظروف آزمایشگاهی مصرف دارد. این نوع شیشه، ضریب انبساط و انقباض کمی‌دارد. مواد متشکله پیرکس، ۸۰ درصد SiO_2، ۱۲ درصد B_2O_3، ٤ درصد Na_2O و ۲ درصد AL_2O_3 و ۲ درصد مواد دیگر است. سیلیس و اکسید بر زیادی داشته که هر دو در برابر حرارت و انقباض و انبساط شدید مقاوم اند. برخی ظروف پیرکس در برابر عوامل شیمیائی هم مقاوم هستند. کلیه ظروف آزمایشگاهی هر دو خاصیت را دارند.

٤. شیشه پیش تنیده یا سکوریت نوع دیگری از شیشه بوده که در صورت شکستن به صورت نخود درآمده و فاقد لبه‌های تیزند.

٥. شیشه معمولی با ضخامت ٦ تا ۱۰ میلیمتر یا حتی ۱٦ میلیمتر را به اندازه مورد نظر بریده، دوباره به کوره برده و تا حد سرخ شدن حرارت می‌دهند. سپس آنرا با دمیدن هوای سرد از کنار به وسط سرد می‌کنند. با این کار تنش فشاری ایجاد می‌نمایند. مقاومت سکوریت در برابر ضربه دو برابر شیشه معمولی است.

٦. شیشه نشکن نوع دیگری از شیشه بوده که پس از شکسته شدن فرو نمی ریزد. سه لایه بوده که لایه وسط از پلاستیک است. برای شیشه اتومبیل و ویترین مغازه‌های گران قیمت از این شیشه استفاده می‌کنند. ممکن است شیشه نشکن را از جنس سکوریت نیز بسازند.

۷. شیشه خم را هم از شیشه معمولی می‌سازند. به طوریکه تا حالت نیمه خمیری حرارت داده و روی قالب ماسه‌ای شکل می‌دهند. برای ساخت جعبه‌های شیشه‌ای یا تانک آکواریوم از این نوع شیشه استفاده می‌شود. می‌توان شیشه‌های با ضخامت کم را تا ۹۰ درجه هم خم کرد که به آنها شیشه خم نشکن گویند.

۸ شیشه ضد گلوله از شیشه معمولی یا سکوریت ساخته می‌شود و شامل چند لایه شیشه به ضخامت ۳ تا ٦ سانتیمتر است.

۹. شیشه مقاوم در برابر صوت به صورت ۲ لایه شیشه معمولی با فاصلهٔ ۳ تا ٤ سانتیمتر است.

۱۰. پشم شیشه، الیاف بسیار نازک تارهای شیشه متصل بهم بوده که برای عایق حرارتی مصرف می‌شود. پشم شیشه به صورت لوله ای، فله‌ای و طنابی و رولی هم وجود دارد. پشم شیشه تا ٦۰۰ درجه مقاوم بوده و قطر الیاف آن ٤ تا ۲۰ میکرون است. وزن مخصوص پشم شیشه ۱۲ تا ۱۲۰ $\frac{ton}{m^3}$ است.

۱۱. کف شیشه دارای حجم زیاد و وزن مخصوص کم است که برای عایق صوت، حرارت و صنایع بسته بندی مصرف دارد. وزن مخصوص آن ۰/۱۸ تا ۰/۲ $\frac{ton}{m^3}$ است. خرده شیشه ها را با موادی که تولید گاز می‌کند، مخلوط کرده و حرارت می‌دهند. کف شیشه مسطح برای عایق و کف شیشه خم برای بسته بندی مصرف دارد. ۹۲ درصد حباب و ۸ درصد شیشه است.

۱۲. آجر شیشه با ابعاد ۲۰×۲۰×۱۰ یا ۲۵×۲۵×۱۰ یا ۱۲/۵×۱۲/۵×۷/۵ ساخته می‌شود. آجر شیشه ۲۰ تا ۳۰ درصد نور را عبور می‌دهد، اغلب به صورت دو تکه بوده که با چسب بهم چسبانده می‌شود.

شیشه تار نوعی شیشه معمولی بوده که با فشار گرد سیلیس تار شده است. اگر گرد سیلیس را با اسید فلوئوریدریک مخلوط کنند، شیشه بهتر کدر می‌شود. می‌توان برای تار کردن شیشه در هنگام پخت به آن اکسید قلع یا فسفات کلسیم اضافه کرد، تا شیشه را شیری رنگ کند.

شیشه با ابعاد ۱٦۰ سانتیمتر با ضخامت ۲ میلیمتر، شیشه با ابعاد ۱۸۰ سانتیمتر با ضخامت ۳ میلیمتر، شیشه با ابعاد ۲۰۰ سانتیمتر با ضخامت ٤ میلیمتر و شیشه با ابعاد ۲۵۰ تا ۳۰۰ سانتیمتر با ضخامت ٦ میلیمتر ساخته می‌شود. تلورانس ضخامت شیشه می‌تواند تا ۰/۱ میلیمتر باشد. امتحان موج شیشه با زاویه ٦۰ درجه بوده که اشیا نباید کج دیده شود.

***

شیشه مایعی است که بسیار سرد شده است و در حرارتی پائین‌تر از نقطه انجماد آن به صورت مایع است. مواد غیرآلی در درجه حرارت بالا مایعند. کاهش درجه حرارت باعث افزایش

گرانروی شده، تا در نقطه انجماد آرایش نامنظم مولکولی به آرایش منظم کریستالی جامد تبدیل می‌شود. در حالیکه شیشه در درجه حرارت بالا مایع بوده و کاهش درجه حرارت باعث افزایش گرانروی آن می‌شود، تا در نهایت بدون آرایش منظم، کریستالی می‌شود. شیشه نیز مانند فسفر، مایع نامنظم بوده که گرانروی آن غیرعادی افزایش یافته و باعث می‌شود مولکول ها نتوانند در آرایشی قرار بگیرند که لازمه کریستال شدن است. این ساختمان غیرمنظم شیشه متحرک نیست، به همین خاطر در تولید آن از اکسیدهای سیلیم و بر استفاده می‌کنند.

در شیشه، سود به عنوان گدازآور مصرف می‌شود. در نتیجه باعث محلول بودن شیشه بدست آمده در آب می‌شود. برای رفع این مشکل از منیزی و آهک استفاده می‌کنند. برای اینکه ضریب انبساط حرارتی شیشه پائین بیاید و در مقابل تغییرات شدید گرما مقاوم شود، از اکسید بر استفاده می‌شود.

اجزای شیشه

۱. اجزای اصلی مانند SiO_2 و...؛

۲. گداز آورها مانند اکسید سدیم، پتاسیم و خرده شیشه؛

۳. تثبیت کننده ها مانند اکسید کلسیم، منیزیم و دولویت و گاهی استفاده از سنگهایی مانند زیبنیت و فلدسپات؛

٤. تصفیه کننده ها که باعث کاهش حباب شیشه می‌شوند، که خود دو دسته اند:

الف) فیزیکی مانند سولفات کلسیم و کلرات کلسیم که با ایجاد حباب بزرگتر، کوچکترها را جذب و خارج می‌نمایند؛

ب) شیمیائی مانند املاح آرسنیک و آنتیموان؛

اگر هر کدام از اجزای شیشه (۱ و ۲ و ۳) نباشد، باعث از بین رفتن مرغوبیت شیشه می‌شود.

مواد افزودنی به شیشه

به جای اکسید بر و کربنات سیدیم می‌توان از بوراکس استفاده کرد که به دو ماده ذکر شده تجزیه می‌شود. اکسیدآهن رنگ سبز به شیشه می‌دهد و می‌تواند پرتوهای مادون قرمز را جذب کند. برای از بین بردن این رنگ سبز می‌توان نیترات سدیم به مواد اولیه تولید شیشه افزود.

اکسید منگنز باعث افزایش مقاومت شیشه در مقابل عوامل جوی و شفاف‌تر شدن شیشه می‌شود. اکسید سرب برای بلور و کریستال استفاده شده که ایجاد درخشندگی می‌کند. برای کریستالِ مرغوب از اکسید نقره استفاده می‌کنند. ترکیبات فلوئور در شیشه در موقع سرد شدن بلوری می‌شوند و شیشه را تار می‌کنند.

فسفات و ترکیبات آن برای مقاوم شدن شیشه در مقابل HF افزوده می‌شوند. برای ساخت عدسی یا بلوک شیشه‌ای از روش فشردن استفاده می‌کنند. با ناگهانی سرد کردنِ شیشه در آن تنش ایجاد می‌شود، که مناسب نیست مگر در تولید شیشه‌های سکوریت که این عمل کنترل شده است.

شیشه معمولی اشعه فرابنفش را از خود عبور نمی‌دهد. ضریب هدایت حرارتی شیشه معمولی زیاد است و حتی به ۱ هم می‌رسد. این امر با ضخامت شیشه نسبتی ندارد و تغییر محسوسی نمی‌کند.

حرارت‌های بالا باعث شکستن شیشه می‌شود، که راه حل آن استفاده از شیشه ضد آتش است. شیشه ها را با الماس خط می‌اندازند و می‌برند. سختی شیشه ٦ تا ۷ بوده و تاب فشاری آن ٦٠ تا ۱۲۰ $\frac{kg}{cm^2}$ و تاب کششی آن ۳۰ تا ۹۰ $\frac{kg}{cm^2}$ است. مقاومت شیشه نسبت مستقیم با ضخامت و جنسِ آن دارد. ضخامت شیشه‌های معمولی ساختمان ۳ تا ۸ میلیمتر است. HF شیشه را مات می‌کند. حتی رطوبت هوا همراه گاز کربنیک بعد از مدتی شیشه را تار می‌کند.

شرحی دیگر بر انواع شیشه

۱. شیشه معمولی با ضخامت ۲/۵ تا ۲۵ میلیمتر (معمولی تا سنگین).

۲. شیشه مشجر با ضخامت‌های ۳، ٤ و ٦ میلیمتر که از غلتک زدن نوار شیشه مذاب تولید می‌شود.

۳. شیشه تزئینی که شیشه را با ماسه یا اسید، طرح دار می‌کنند و برای محیط مرطوب مناسب نیست، زیرا تعرق، کدر بودن آن را از بین می‌برد. در شیشه‌های اسید شور، اثر روغن و گریس و انگشت به سختی پاک می‌شود.

٤. شیشه‌های جاذب حرارت که به رنگهای سبز، برنزی و خاکستری ساخته می‌شوند. مواد معدنی این سه رنگ در جذب حرارت تأثیر دارد. درصد جذب حرارت نسبت مستقیم با ضخامت شیشه دارد.

٥. شیشه انعکاسی (بازدارنده) که در یک سطح آن، یک لایه انعکاسی از جنس فلز یا اکسید فلزی وجود دارد که می‌بایست قسمت لعاب داده شده به سمت داخل ساختمان باشد (همان شیشه رفلکس است).

٦. شیشه طلق دار (اطمینان) به صورت چند لایه شیشه بوده که بین آنها ورقه هایی از نایلون شفاف و تحت فشار وجود دارد. این امر باعث افزایش مقاومت شیشه می‌شود. شیشه طلق دار به عنوان عایق صوت، جاذب حرارت، کاهندهٔ شفافیت و شیشه ایمنی کاربرد دارد. از شیشه طلق دار به عنوان شیشه خودرو نیز استفاده می‌کنند، زیرا در موقع خرد شدن فرو نمی ریزد. از چسباندن چند لایه شیشه طلق دار به یکدیگر می‌توان شیشه ضدگلوله ساخت.

۷. شیشه نشکن (آبدیده) از حرارت دادن مجدد به شیشه معمولی تا ۷۰۰ درجه و سرد کردن ناگهانی آن به طور کنترل شده دست می‌آید. در نتیجه مقاومت آن، ۳ تا ٥ برابر افزایش می‌یابد. شیشه نشکن در برابر ضربه و شوک حرارتی مقاوم بوده و به عنوان شیشه ویترین مغازه ها، درهای شیشه‌ای و پنجره جانبی اتومبیل استفاده می‌شود.

۸ شیشه مضاعف (دو جداره) که عایق حرارتی و صوتی است. دارای دوجداره بوده که بین آن یا خلاء است و یا با مواد خشک کننده‌ای مانند سیلیکاژل پر می‌شود.

۹. شیشه مسلح که دارای ضخامت ٤ تا ٦ سانتیمتری است.

۱۰. شیشه ضدآتش که اکسید بوریک دارد و سیلیس آن نسبت به شیشه معمولی بالاتر است

۱۱. پشم شیشه از شکل پذیرترین مصالح و عایق حرارتی است. بهترین پارچه ضد آتش را از پشم شیشه می‌سازند. با استفاده از آلیاژ پشم شیشه و پلاستیک فایبر گلاس تولید می‌کنند.

۱۲. شیشه اسفنجی به صورت شیشه حبابدار یا مخلوطی از شیشه آسیاب شده و کربن است. با وزن فضائی ۰/۲ قابلیت اره کاری و سوراخ شدن دارد. ۸ درصد حجم آن شیشه است.

۱۳. شیشه محلول یا آب شیشه معمولاً تنها سیلیکات سدیم است. حلال در آب، چسبنده، مقاوم در برابر آتش و نفوذ هوا بوده و از آن برای آب بندی سطح بتنی استفاده می‌کنند.

۱٤. بلوک شیشه ای، به صورت دو تکه ساخته می‌شود. عایق حرارتی و صوتی مناسبی است. دو نوع تزئینی و کاربردی را شامل می‌شود. در بلوک ها الیاف سبز یا سفید می‌ریزند که مانع شدت نور و افزایش آنی گرما است. آجر شیشه‌ای توپر بوده، اما بلوک شیشه‌ای توخالی است.

۱۵. شیشه سرامیکی، که در اثر دادن حرارت زیاد به شیشه در اجاق سرامیک پزی تولید می‌شود. در این صورت مولکول‌های شیشه به صورت متبلور در می‌آیند و کاربرد صنعتی دارد.

در آزمایشات شیشه اگر با زاویهٔ ٦۰ درجه شی در یک متری باشد، باید درست دیده شود. اگر ابعاد شیشه نصب شده بسیار بزرگ باشد، حتماً باید از ارتعاش گیر کمک گرفت. کتیبه‌های بزرگ و نیز نصب کتیبه به سقف کاذب نیاز به پروفیل کشی دارد. در نصب شیشه مشجر حتماً سمت مشجر باید رو به بیرون باشد.

***

نکاتی در مورد شیشه

سیلیکات کربنات دوسود- آهک را شیشه گویند. یعنی شیشه از سیلیس (ماسه)، بی کربنات دو سود و آهک ساخته شده است. شیشه نقطه ذوب مشخص ندارد، یعنی در اثر حرارت نرم شده، سپس در اثر حرارت بیشتر به صورت مایع غلیظ و شیره‌ای در می‌آید که می‌توان روی آن کار کرد. در صورت افزودن حرارت رقیق و آبکی می‌شود.

در دمای بالاتر از یک درجه حرارت خاص که به دمای کدر شدن معروف است، می‌توان شیشه را بدون تغییر، مایع نگه داشت. اما اگر درجهٔ حرارت شیشه مدتی پائین‌تر از این درجه

حرارت باشد، باعث کدر شدن و تبلور شیشه می‌شود. در نتیجه باید تولید شیشه قبل از ایجاد پدیده کدر شدن اتمام یابد.

شیشه مرغوب رنگی در دورنگ طوسی و برنزی برای جلوگیری از نفوذ نورخورشید ساخته می‌شود. شیشه جاذب حرارتی به دو رنگ سبز و آبی بوده که انرژی تابشی خورشید را جذب کرده و قابلیت عبور دهی نور آن پائین است. شیشه مرغوب آبدیده، شیشه‌ای است که مقاومت فشاری و شکستگی در اثر کرنش یا شوک حرارتی آن ۵-۳ برابر شیشه معمولی است. شیشه آبدیده، شیشه معمولی است که دوباره به آن حرارت داده و ناگهانی سرد می‌کنند. سطوح خارجی تحت فشار زیاد و مرکز ورق شیشه‌ای تحت کشش است.

شیشه معمولی را به روش غلتک زنی تولید می‌کنند. شیشه پنجره، شیشه سنگین و شیشه قاب را از شیشه معمولی می‌سازند. بلوک شیشه به صورت دو لایه و عایق است.

در یک دسته بندی بلوک‌های شیشه‌ای را به دو دسته کاربردی و تزئینی تقسیم می‌کنند. نوع کاربردی، نور خورشید را کنترل می‌کند و نوع تزئینی نور خورشید را کنترل نمی‌کند. بلوک‌های شیشه‌ای نوع کاربردی به سه دسته تقسیم می‌شود: نوع اول که نور را به بالا هدایت می‌کند. نوع دوم که نور را پخش می‌کند و نوع سوم که همه منظوره است.

شیشه مرغوب ۳ میلی متری ۹۱ درصد نورخورشید و شیشه مرغوب ۲۵ میلیمتری، ۷۸ درصد نور خورشید را عبور می‌دهد. شیشه طوسی مقدار نور خورشید را تا ٤٤ درصد کاهش می‌دهد. شیشه‌ای که در ساختمان مصرف می‌شود را شیشه جام می‌نامند که به ضخامت ۲ میلیمتر و بیشتر تولید می‌شود. با زاویه ٤٥ درجه و فاصله ۱ متری شیشه نباید اعوجاج داشته باشد.

برای بیرنگ کردن شیشه از بوراکس، شوره و دی اکسید منیزیم استفاده می‌کنند. شیشه طلق دار غیر قابل برش است. نور از شیشه مشجر عبور می‌کند ولی پشت آن دیده نمی‌شود. شیشه جزو دسته غیر فلزیست. شیشه آبدیده مقاومت مکانیکی بالایی دارد. برای جوشکاری شیشه از شیشه درزبندی استفاده می‌کنند. ارزان ترین شکل نورد شیشه، پرس است. فرمول شیمیائی شیشه آبکی $Na_2O.\ n\ SiO_2$ است. شیشه قلیایی مخلوطی از اکسید کلسیم، اکسید سدیم و سیلیس است. نام دیگر شیشه ایمنی، شیشه تنیده است. شیشه سازی به طور کلی شامل مراحل زیر است:

۱. ذوب؛ ۲. شکل دادن؛ ۳. باز پخت (که در گرمخانه صورت می‌گیرد)؛ ٤. پرداخت؛
شیشه ورق را به روش کشیدن به صورت نوار عمودی یا افقی تولید می‌کنند. شیشه جسمی ایزوتروپیک است. مناسب ترین نوع سیلیس برای تولید شیشه، کوارتز است. شیشه تخت را به روش ریختن یا خروج از قالب تولید می‌کنند. در شیشه‌های منعکس کننده مواد فلزی براق در عمق بسیار کم شیشه وجود دارند. شیشه حرارتی را با عملیات حرارتی یا شیمیائی تهیه می‌کنند.

برای شیشه اسفنجی در حالت مذاب، حبابهای گاز ایجاد می‌کنند. لب پریدگی مجاز در شیشه ایمنی ۱۳ میلمتر و در سایر شیشه ها به اندازه ضخامت شیشه است. وقتی دید از پشت شیشه اهمیت نداشته و هزینه مهم باشد، از شیشه ورق استفاده می‌کنند. ایراد اصلی در تولید شیشه به روش شناور عدم تولید با ضخامت متنوع است. برای تولید شیشه فنری، تار شیشه را با انگم ساختگی مانند پلاستیک مخلوط می‌کنند. منظور از تار شیشه، پشم شیشه است. زاموسقه خمیر گرد سیمان سفید یا گرد سیلیس پوک در آب شیشه است. منظور از مایع فوق تبرید، خودِ شیشه است.

شیشه جام‌های ساختمانی عمدتاً از نوع سیلیسی، آهکی، سودایی هستند. شیشه جام‌های ساختمانی را به صورت شیشه ورق، شیشه تخت و شیشه شناور تولید می‌کنند. شیشه‌های خم شو یا پلاستیکی از جنس شیشه‌های سیلیکاتی نیستند. رواداری در میزان خم شیشه ۰/۱ درصد مجاز است.

شیشه جسمی است سوگذران یعنی نور از آن عبور می‌کند و نیز شفاف است. تاب فشاری شیشه ۳۰ تا ٦۰ $\frac{kg}{cm^2}$ و تاب کششی آن ۳۰ تا ۹۰ $\frac{kg}{cm^2}$ و تاب خمشی آن ٤۰ $\frac{kg}{cm^2}$ است.

ملات

به چسب ها در اصطلاح کارگاهی ملات نمی‌گویند. ملات ها دارای خواص زیر هستند: دارای خاصیت چسبندگی بوده و این خاصیت در یکی دو ساعت پس از مصرف بروز و پس از ۱۲-۱۰ ساعت به حداکثر برسد. خاصیت چسبندگی و سایر خواص را برای مدت ها (به اندازه عمر ساختمان) حفظ کنند. در برابر عوامل جوی مقاوم باشند. شکل پذیر و نفوذپذیر بوده و مقاومت کششی و فشاری مساوی ضعیف ترین عضو را دارا باشند.

ملات شامل دو جز چسب و جسم پر کننده است. جسم پر کننده ۸۰ درصد حجم ملات را به خود اختصاص می‌دهد. به طور کلی ملات ها به دو دسته زودگیر و دیرگیر تقسیم بندی می‌شوند.

ملات‌های زودگیر:

در ملات‌های زودگیر ماده چسبنده گچ بوده که در تیغه‌های ۵ سانیتمتری و نصب موقت قطعات به یکدیگر یا به دیوار مصرف دارند. این نوع ملات ها از ٤-۳ دقیقه شروع به سخت شدن می‌کنند و ۱۵-۱۰ دقیقه اتمام سخت شدن آنهاست.

انواع ملات‌های زودگیر:

۱. گچ و خاک: پرمصرف ترین ملات زودگیر با نسبت مصرفی گچ و خاک ۱ به ۱ بوده که خاک مصرفی، ملات را پلاستیک‌تر و دیرگیرتر می‌کند. استفاده از این ملات در آب و هوای خشک مجاز و در آب و هوای مرطوب ممنوع است. این ملات در تیغه‌های ۵ سانتیمتری، زیر کاری سفیدکاری و طاق ضربی مصرف می‌کنند.

در ساخت ملات گچ و خاک، از زمان ریختن گچ و خاک در آب تا پایان مصرف ۱۰ تا ۱۵ دقیقه بیشتر نشود. پس از ریختن ۵ دقیقه ملات را به حال خود رها کرده و بعد مصرف می‌کنند.

۲. ملات گچ: زودگیر و سفید است. ازگچ برای سفیدکاری یا برای نصب موقت قطعات استفاده می‌کنند. به آجری که به‌وسیله گچ به سطح عمودی دیوارچسبانده می‌شود پکفته یا پاکوفته گویند.

۳. سیمان زودگیر.

ملات‌های دیرگیر:

این ملات ها اغلب در مجاورت هوا و گاهی هم در زیر آب سخت می‌شوند. زمان سخت شدن آنها از دو ساعت شروع و تا ٤٨ ساعت تقریباً به ۸۰ درصد سختی خود می‌رسند.

انواع ملات‌های دیرگیر:

۱. ملات گل: چسبندگی زیادی نداشته و نمی تواند هیچ گونه نیروی جانبی را تحمل کند. برای تسیح می‌توان به آن کاه افزود.

۲. ملات گل آهک: با نسبت ۲۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم آهک در متر مکعب خاک ساخته می‌شود. توانایی تحمل نیروهای جانبی را نداشته و می‌بایستی چند روز نخست آنرا مرطوب نگه داشت. ملات گل آهک، ملاتی آبی است و عامل سخت شونده ی آن سیلیکات کلسیم است.

۳. ملات ماسه آهک: اگر به جای خاک از ماسه کفی (ماسه‌ای که با خاک مخلوط است و شسته نیست) در گلِ آهک مصرف شود، ملات جدید، ماسه آهک است. این ملات می‌بایست مانند گل آهک چند روزی مرطوب باشد و گرنه می‌سوزد و خاصیت چسبندگی خود را از دست می‌دهد. با نسبت ۳۰۰ کیلوگرم آهک در متر معکب ماسه ساخته می‌شود. به عبارتی این ملات همان ملات آهک هوایی است (ساروج گرم همان ملات آهک آبی است)

نسبت متداول آن ۱ قسمت آهک به ۳ قسمت ماسه است. ماسه در آن باعث ورود هوا به ملات و جلوگیری از کم شدن حجم و افزایش مقاومت می‌شود. ملات ماسه آهک برای لای جرز نا مناسب است، زیرا هوا که برای سخت شدن ضروریست به ملات نرسیده و ملات نمی‌گیرد.

وجود خاک در ملات ماسه آهک تا حدی باعث گرفتن به صورت آبی می‌شود. عامل سخت شدن در ملات ماسه آهک تشکیل کربنات کلسیم است. ملات ماسه آهک برای آجرچینی مصرف دارد.

٤. ملات باتارد یا حرام زاده: مخلوطی از ماسه و سیمان (۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در مترمکعب ماسه) و آهک (۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در مترمکعب ماسه) است و باید بعد از مصرف به مدت ٤٨ ساعت در محیط مرطوب قرار گیرد. ملات با تارد مانند ملات ماسه سیمان تهیه می‌شود، با این تفاوت که برای تسریع گیرش و افزایش مقاومت و حالت خمیری و کارایی بهتر به آن سیمان می‌افزایند. در بنایی با سنگ کاربرد زیاد دارد. اگر نسبتی مشخص نشده باشد، نسبت ماسه ٥، سیمان ۱ و آهک ۱ (۵:۱:۱) مناسب است.

٥. ملات ماسه سیمان: مرغوب ترین و رایج ترین ملات مورد مصرف است که ماسه باید حتماً شسته شده باشد و میزان ریزدانه (خاک) حداکثر ٥ درصد باشد. متداولترین نسبت ملات ماسه سیمان ۱ قسمت سیمان به ٥ قسمت ماسه (۱:۵) است. برای ساختن بتن و ملات، واحد شن و ماسه، مترمکعب و واحد سیمان، کیلوگرم است. در ساخت این ملات، سیمان را به ماسه افزوده، مخلوط می‌کنند و سپس آب را می‌افزایند. از زمان مخلوط کردن ماسه سیمان تا مصرف بیش از دو ساعت نشود.

ملات می‌بایست ۳ دقیقه در ملات ساز بچرخد. در اضافه کردن آب به ملات، باید آب را از یک گوشه افزود و از ساختن آبخوره جلوگیری کرد. زیرا سیمان را که سبک است شسته و همگنی را بهم می‌زند. بهتر است ملات را در طشت فلزی ساخت، تا شیره ملات (آب و سیمان) جاری نشده و به زمین فرو نرود. از مصرف ماسه سیمانی که یک ساعت از ساختن آن گذشته باید خودداری کرد. ملات ماسه سیمان را با نسبتهای ۱:۲ تا ۱:٦ می‌سازند که در کارهای مختلف از نسبت‌های زیر استفاده می‌کنند:

در کارهای بنایی ۱:٦ تا ۱:۸، در طاق‌های قوسی و اندود سیمانی ۱:۳ تا ۱:٤، در بند کشی ۱:۲ تا۱:۳.

٦. شفته آهکی: برای ساختن پی، پله، آبگیر، جلوگیری از نشست ساختمان، پایدار کردن زمین و... مصرف دارد. آنچه موجب گرفتن و سخت شدن و بالا رفتن مقاومت شفته آهکی می‌شود، واکنش شیمیائی خاک رس با دوغاب آهک بوده که عامل سخت شونده سیلیکات کلسیم است.

در ساختن شفته بهتر است به جای گرد آهک شکفته یا خمیر آهک شکفته از دوغاب آهک با نسبت ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم آهک در متر مکعب آب استفاده کرد. شفته آهکی ملات آبی است و در ساخت آن می‌توان از هر خاکی استفاده کرد، ولی بهترین خاک، خاک زمین شنی با دانه بندی پیوسته، با ۲۵ درصد ریزدانه (خاک) و ۱۵ درصد خاک رس است.



انواع و خواص ملات

پرکننده در ملات، طبیعی مانند ماسه یا مصنوعی مانند پوکه وپرلیت است. مواد پرکننده بسیار جزئی باربر بوده و برای کاهش هزینه و کاهش جمع شدگی ملات بکار می‌برند. انواع ملات: ملات هوایی، ملات آبی

ملات هوایی ملاتی است که برای گیرش، سفت و سخت شدن و سفت و سخت ماندن نیاز به هوا دارد. گل و کاه گل از جمله ملاتهای هوایی بوده که به طریق فیزیکی می‌گیرند. ملات آهکِ هوایی به طریقه شیمیائی می‌گیرد و سخت می‌شود. گچ از جمله ملاتهای هوایی است، اگرچه برای سخت شدن نیاز به آب دارد.

ملاتهای آبی در زیر آب یا در هوا به طریقه شیمیائی می‌گیرند و سخت می‌شوند. از جمله ملاتهای آبی ملاتهای سیمانی، گل آهک و شفته آهکی است. ملات گل آهک برای اندود ساختمان گلی، زیرسازی گچی و آب بندی شیشه و به عنوان عایق حرارتی مصرف دارد.

برای جلوگیری از یخ زدن و نیز افزایش خاصیت آب بندیِ ملاتِ گل آهک، به آن نمک می‌افزایند.

گل دو اشکال عمده دارد: یکی ترک و جمع شدن ناشی از خشک شدن و دیگر وارفتن در آب. با افزودن آهک به گل تقریباً این دو مشکل منتفی می‌شود. ملات جدید، ملات گل آهک

است. گاهی ملات گل آهک را با تارد نیز گویند. ولی با تارد، گل آهکی است که سیمان هم به آن افزوده شده است.

از جمله دیگر ملات‌های آبی ملات ساروج است. پیش از اختراع سیمان، از آن برای آب بندی انبار و اندود استفاده می‌شد. به صورت گرم و سرد ساخته می‌شود. نوع گرم همان ملات آهک آبی است. مشهورترین ساروج، ساروج بندر خمیر در کنار خلیج فارس است. ساروج سرد مخلوطی از آهک، خاکستر و آب بوده که برای افزایش چسبندگی به آن خاکرس و برای جلوگیری از ترک خوردگی و کاهش انقباض ناشی از خشک شدن به آن لوئی (پنبه جگن) می‌افزایند. ملات ساروج کندگیر است، زیرا عامل سخت شونده سیلیکات کلسیم بوده که نشان دهنده کندگیری و گیرش به صورت آبی است. ملات ساروج شامل ۱۰ پیمانه گرد آهک شکفته، ۷ پیمانه خاکسترِ الک شده، ۱ پیمانه خاک‌رس،۱پیمانه ماسه بادی، ۵-۳ کیلوگرم لوئی برای هرمتر مکعب ملات و آب است.

از جمله ملاتهای هوایی گچ است که وجود آهک نشکفته، آهک دو آتشه (سوخته) و منیزی سوخته در آن باعث ایجاد آلوئک می‌شود. ملات گچ مرمری در نقاط مرطوب مصرف می‌شود.

در ملات گچ و ماسه، درشترین دانه ماسه ۲ میلیمتر است. ملات گچ و پرلیت، عایق صوتی و حرارت خوبی بوده و از گسترش آتش جلوگیری می‌کند. ملات گچ و آهک برای مناطق خشک و مناطقی که رطوبت نسبی زیر ٦۰ درصد است، مصرف می‌شود. برای مناطق مرطوب نسبت زیر استفاده می‌گردد:

۳ پیمانه خمیر آهک + ۱ پیمانه گچ یا ۲ قسمت گرد آهک + ۱ قسمت گچ. این نسبتهای گچ و آهک کندگیرتر از ملات گچ آهک معمولی است.

در مورد ملات ماسه سیمان، وجود مواد آلی باعث دیرگیرتر شدن آن می‌شود. برای زودگیر کردن ملات سیمانی نباید به آن گچ افزود، زیرا موجب متلاشی شدن ملات می‌شود.

در نشست‌های نامتعادل کارهای پرسیمان ترک‌های بزرگتری برمی‌دارند. متداولترین نسبت ها در تولید ملات باتارد نسبت آهک، سیمان و ماسه به ترتیب ۱:۱:٦ است. در مورد ملات با تارد

حجم ماده پرکننده ملات باید حدود تا $\frac{1}{4}$ ۲ تا ۳ برابر ماده چسبنده باشد. اگر از این حد کمتر باشد، باعث ترک ملات می‌شود.

مقاومت ملات سیمانی بیش از کارهای بنایی است و برای مصرف کمتر سیمان به آن کمی آهک می‌افزایند. آهک علاوه بر تأمین کارایی ملات، باعث کاهش نفوذپذیری آب در ملات شده، ملات را خمیری‌تر کرده، باعث کاهش ترک شده و نیز با خاک موجود در ملات ترکیب و باعث کاهش اثر زیانبخش خاک در ملات می‌شود. همچنین قابلیت نگهداری آب ملات را افزایش داده، ملات کارپذیرتر شده و ظرفیت حمل ماسه در ملات بیشتر می‌شود. نسبت مجموع مواد چسباننده به مواد پرکننده نباید کمتر از $\frac{1}{3}$ شود.

در ملات با تارد هرچه آهک بیشتر باشد، قابلیت نگهداری آب بیشتر و ملات کاراتر می‌شود. در عین حال باعث کاهش مقاومت فشاری می‌شود که مناسب نیست.

ملات سیمان بنائی مخلوط سیمان پرتلند با جسم پرکننده ی بی اثر از نظر شیمیائی (مانند گرد سنگ آهک، مواد افزودنی حبابساز، مرطوب و دافع آب) است. سیمان بنائی، خاصیت خمیری بهتر، نگهداری بیشتر آب و کاهش جمع شدگی ناشی از خشک شدن دارد.

ملات سیمان- پوزولانی و آهک- پوزولانی در برابر حمله سولفاتها مقاوم اند. پوزولانها یا طبیعی هستند مانند پوکه سنگ ها، کف سنگهای آتشفشانی و خاک دیاتومه و یا مصنوعی هستند مانند سرباره و گرد آجر. این دو ملات دیرگیر هستند و مقاومت چندانی هم ندارند.

مخلوط گرد آجر و آهک نوعی ملات آهک- پوزولانی است که در ایران به آن سرخی، در هند سورکی در مصر حمرا گویند.

باید حداقل زمان اختلاط ملات ۳ دقیقه و حداکثر زمان ۱۰ دقیقه باشد. در هوای سرد می‌توان از ملات ماسه سیمان ۳: ۱ و یا باتارد ٦: ۱: ۱ استفاده کرد. برای جلوگیری از یخ زدن ملات افزودن کلرورکلسیم غیرمجاز است، زیرا باعث زنگ زدگی فلز و شوره زدگی آجر می‌شود.

بهترین راه مبارزه با یخ زدگی استفاده از مواد حبابساز در ملات ماسه سیمان با نسبت ۵: ۱ تا ۶: ۱ است. دمای ۰ تا ۵ درجه مدت گیرش ملات را دو برابر و دمای ۵ تا ۱۰ درجه، مدت گیرش را ۱/۵ برابر می‌کند.

در هوای گرم استفاده از مواد کندگیر کننده، نگهدارنده آب و ضد تبخیر توصیه می‌شود. فرق ملات و بتن در این است که بتن باربر و سازه‌ای بوده و ملات برای ایجاد چسبندگی و بستر یکنواخت زیر مصالح استفاده می‌شود. ملات باید بین مصالح جاذب آب و بتن باید به دور از آنها باشد.

یکی از مهمترین ویژگی‌های ملات، کارائی است. کارائی ملات به معنای قابلیت پخش مواد زیر ماله و نفوذ به سوراخ ها است. خاصیت کارائی شامل خمیری، قوامی و چسبندگی است. چسبندگی در ملات سخت شده مهم‌تر از مقاومت فشاری است. مقاومت خشمی که تعیین کننده مقاومت ملات در برابر ترک خوردگی است، نیز از موارد مهم و قابل توجه است.

روانی اولیه ملات باید ۱۰۰ تا ۱۱۵ درصد باشد و بعد از جذب آب از ۷۰ درصد کمتر نشود. مصرف ملات ۲ تا ۲/۵ ساعت پس از ساخت مجاز است. در مورد ملات سیمانی این مدت نباید از حداقل زمان گیرش بیشتر باشد. حجم ملات‌های آهک آبی پس از گرفتن و سخت شدن ثابت باقی می‌ماند. تاب ملات گچ به وزن کیسه‌ای گچ، مقدار مناسب گرما و نمناکی ملات بستگی دارد.

اگر سیلیس در سیمان جایگذین آهک شود، تاب ملات سیمان به کندی افزایش می‌یابد. آب مورد نیاز برای گچ خالص ۶۵ تا ۸۰ درصد است. برای نصب چارچوب درب و پنجره از گچ تیز (دستی) استفاده می‌کنند. لوئی یا پنبه جگن از نی بدست می‌آید. از ملات کندگیر گچ ساختمانی برای گچبری استفاده می‌شود.

دیوار ملاتی دیواری شامل شبکه میلگرد، تورسیمی و ملات است. ملاتی که با آهک خاکستری تهیه می‌شود، دیرگیر بوده و برای اندودکاری مناسب است. سنگ گچ در ملات سیمان، زمان گیرش را تنظیم و کوتاه می‌کند. زمان گیرش ملات‌های آبی حداکثر ۲ ساعت است.

در ملات ماسه سیمان از تختهٔ ماله‌ای استفاده می‌کنند. مقاومت فشاری ملات گچ ساختمانی ۶۰ $\frac{kg}{cm^2}$ است.

ملات ضد اسید، ملاتی است با ماده چسبانندهٔ آب شیشه. در ملات ساروج، آهک، خاکستر و آب به عنوان چسباننده، ماسه بادی به عنوان پر کننده و نیز خاکستر برای قوام و چسبندگی به کار می‌روند.

هر متر مکعب ملات کاهگل حدود ٤٥ تا ٥٠ کیلوگرم کاه نیاز دارد. مصرف ملات گل آهک برای فرش کف، آجرکاری و سنگ کاری مناسب است. مقاومت فشاری ملات باید از مقاومت فشاری مصالح مصرفی کمتر باشد، تا در صورت ترک خوردگی، ترک ها در ملات ایجاد شوند.
مقاومت فشاری ملات بستگی تام به مقدار ماده چسباننده دارد. گچ و خاک ملاتی کندگیر و ارزان است. در ملات گچ و خاک نسبت وزنی آهک به گچ ۲ به ۱ و نسبت حجمی آهک به گچ ۳ به ۱ است.

از جمله معایب ملات ماسه سیمان جمع شدن و ایجاد ترک‌های مونی و درشت است. در سازه‌های پس تنیده از ملاتهای تزریقی استفاده می‌کنند. یکی از مهمترین ویژگی‌های ملاتهای پوزولانی مقاومت در برابر حمله شیمیائی است. اگر ماده پرکننده در ملات کم شود، باعث انقباض و ایجاد ترک می‌شود.

ملات ماسه آهک برای گرفتن و سفت و سخت شدن به رطوبت نیاز دارد. خاک در ملات باعث بهتر عمل کردن ملات و گیرش به صورت آبی می‌شود. بهترین روش اندازه گیری مواد در تهیه ملات توزین مواد است. منظور از ملات لوزدار، ملات با کارایی بالاست. ملات را با ورقه‌های پلی اتیلن یا نایلون محافظت می‌کنند.

***

نکاتی در مورد ملات

ملات هوایی برای گیرش، سفت و سخت شدن و سفت و سخت ماندن نیاز به هوا دارد. می‌توان گفت آب شیشه، نوعی ملات ضد اسید با ماده چسباننده است. در ساروج، آهک،

خاکستر و آب چسباننده بوده، خاکرس برای قوام و چسبندگی اضافه شده و ماسه بادی، پرکننده است. برای هر متر مکعب ملات کاهگل حدود ۵۰-٤۵ کیلو گرم کاه نیاز است. در برخی کتب ملات حرامزاده هم به ملات باتارد و هم ملات گل آهک اطلاق می‌شود. مصرف گل آهک برای فرش کف، آجرکاری و سنگ کاری مصرف می‌شود.

مقاومت فشاری ملات باید کمتر از مقاومت فشاری مصالح مصرفی باشد، تا در صورت ترک خوردگی، این درزها در ملات ایجاد شود. مقاومت فشاری ملات بستگی تام به مقدار ماده چسباننده دارد. گچ و خاک ملاتی کندگیر و ارزان است. از جمله معایب ملات ماسه سیمان شامل جمع شدن و ایجاد ترک‌های موئی و گاهی درشت است. از ملات‌های تزریقی در سازه‌های پس تنیده استفاده می‌کنند. یکی از مهمترین ویژگی‌های ملات پوزولانی، مقاومت در برابر حمله شیمیائی است. اگر ماده پرکننده در ملات کم شود، انقباض و ترک ایجاد می‌شود.

از جمله پوزولان‌های طبیعی، خاک دیاتومه و پوزولان مصنوعی، گردآجر را می‌توان نام برد. ملات ماسه آهک برای گرفتن و سفت و سخت ماندن به رطوبت نیاز دارد. وجود خاک در ملات باعث عملکرد بهتر ملات شده و آبی می‌گیرد.

ملات تراس-آهک شامل ۸۰ درصد وزنی گرد تراس + ۲۰ درصد وزنی گرد آهک شکفته است. بهترین روش اندازه گیری مواد در تهیه ملات، توزین مواد بوده و در هوای سرد، ملات سیمان یا با تارد مناسب است. راه مبارزه با یخ زدگی استفاده از مواد حبابساز یا ملات ماسه سیمان ۱:۵ است. منظور از ملات لوزدار، ملات کارا است. محافظت ملات با ورقه‌های پلی اتیلن یا نایلون انجام می‌شود.

چوب

چوب جسمی است بیولوژیکی تشکیل شده از آب، سلولز و مقدار کمی خاکسترِ کانی‌های مختلف. قسمت اصلی چوب سلولز به مقدار ٦٠ درصدِ وزنِ چوب است. میزان خاکستر و سایر مواد ٤٠ درصد یا بیشتر است. مقدار آب در چوب برحسب نوع درخت و نیز فصل قطع درخت فرق می‌کند. آب در افرا ٣٧ درصد، در توسکا ٥١ درصد و در تبریزی ٦١ درصد است.

در اصطلاح نجاری به چوبی که در اثر تغییر درجه حرارت و رطوبت شکل خود را حفظ نکرده، تغییر حجم بدهد، چوب کارکرده گویند. چوب خشک شده کار نمی‌کند. چوب جسمی است هیگروسکپیک یعنی خاصیت جذب و دفع آب دارد.

آب چوب

١. آب آزاد: در حفره‌های بین سلولی و فضاهای خالی درون چوب موجود است.

٢. آب پیوسته:

الف. آب مولکولی: در ساختار مولکولی یاخته چوب است و در اثر خشک شدن از بین نمی رود.

ب. آب آغشتگی: آب دیواره‌های یاخته چوب است.

ج. آب شعریه: آب موجود در رگ‌های موئین بوده و به صورت آزاد در حفرهٔ یاخته چوب موجود است.

منظور از خشک کردن چوب متصاعد کردن آب آغشتگی و شعریه تا درصد معینی است. رطوبت چوب تر (تازه قطع شده) در بعضی گونه ها به ١٧٠ و حتی ٢٠٠ درصد وزن چوب خشک می‌رسد. چوب با رطوبت ٨ تا ٢٠ درصد را چوب خشک گویند. می‌توان با رنگ کردنِ چوب، از کارکردنِ آن جلوگیری کرد.

رطوبت چوب مورد استفاده در داربست و تیرهای برق ۲۰ تا ۲۵ درصد، رطوبت چوب صندوق سازی و ساختمانی ۱۵ تا ۱۸ درصد، رطوبت چوب در و پنجره و نمای بیرونی ساختمان ۱٤ تا ۱٦ درصد، رطوبت چوب پارکت و مبلمان و تزئینات ۱۰ تا ۱۲ درصد و در سایر کارهای ظریف ۸ تا ۱۰ درصد است.

نقطه اشباع نقطه‌ای است که آبِ جدار سلولی اشباع می‌شود. برای خشک کردن چوب این نقطه مهم است، زیرا در این نقطه تغییرات فیزیکی چوب زیاد است. سلول‌های چوبی در این نقطه شروع به تقلیل حجم می‌کنند و نیز به حرارت زیاد برای پائین آوردن رطوبت نیاز است.

میانگین رطوبت نقطه اشباع برای اکثر چوب‌های پرمصرف ۳۰ درصد است. رطوبت تعادلی، رطوبتی است که با تغییر شرایط محیطی، چوب کار نمی‌کند. علت کارکردن چوب تفاوت یاخته سلولی یا خشک کردن چوب از خارج به داخل است. راه حل این امر خشک کردن چوب یا گرفتن منافذ چوب برای جلوگیری از تبادل حرارت است. خشک کردن در هوای آزاد یا با وسایل مکانیکی انجام می‌شود.

خروج رطوبت از سرو ته قطعهٔ بریده شده چند برابر بدنهٔ چوب است و این عمل در حین خشک شدن موجب ترکیدن چوب می‌شود. طول مدت خشک شدن در هوای آزاد ٤ تا ۱۲ ماه است که به گرما و رطوبت هوا و نوع چوب بستگی دارد. چوب درختان سوزنی برگ زودتر از چوب درختان پهن برگ خشک می‌شوند و نیز پهن برگانی که دارای آوندهای یکسان هستند، زودتر و پهن برگان با آوندهای غیر همسان دیرتر از همه پهن برگان خشک می‌شوند.

حرارت کوره‌های چوب خشک کنی ۷۰ درجه است. در حرارت بالای ۷۰ درجه ساختمان درونی چوب تغییر می‌کند. در حرارت ۱۰۰ تا ۱۱۰ درجه استحکام داخلی از بین می‌رود. از معایب خشک کردن چوب، رکود سرمایه، تغییر شکل چوب، کج شدن است. کج شدن در اثر عدم تبخیر یکسان رطوبت ایجاد می‌شود.

انواع درخت

انواع درخت شامل درختان سوزنی برگ و درختان پهن برگ است. وزن مخصوص درختان سوزنی برگ کمتر از درختان پهن برگ بوده، سبک‌تر و نرم‌تر هستند و به راحتی رنده شده و کار ساخته شده با آنها بی دوام‌تر و غیر باربرتر است. چوب درختان سوزنی برگ زودتر و بهتر از درختان پهن برگ خشک می‌شود.

درایران در و پنجره، میز و مبل را از چوب درختان سوزنی برگ با نام کلی نراد تولید می‌کنند. چوب درختان پهن برگ آب بیشتری داشته و بیشتر کار می‌کند، در نتیجه چوب درختان سوزنی برگ بیشتر مورد توجه است.

برای کارهای تزئینی چوب درختان پهن برگ مناسب‌تر است. مقطع عرضی چوب درختان سوزنی برگ منظم و مقطع عرضی چوب درختان پهن برگ درهم و نامنظم است. وزن مخصوص چوب کمتر از ۱ $\frac{ton}{m^3}$ (کمتر از آب) است. هرچه رطوبت بیشتر باشد، وزن مخصوص به ۱ نزدیکتر است. وزن مخصوص چوب را با رطوبت ثابت ۱۵ درصد اندازه می‌گیرند. هرچه وزن مخصوص بیشتر باشد، چوب مقاوم‌تر است.

تخته کوبی در سقف را توفال کوبی گویند. وزن مخصوص چوبهای ایران بین ۰/٤ برای چوب تبریزی، ۰/۸۵ برای چوب انجیری و ۱/۲۵ برای چوب‌های سنگین‌تر است. نقوش در چوب یا در اثر رنگ یا در اثر الیاف ایجاد می‌شود. چوب گردو تیره، چوب توت زرد نارنجی در مجاورت خورشید، طلایی و بعد قهوه‌ای می‌شود و چوب ملچ زرد متمایل به سفید است.

معایب چوب

معایب چوب شامل معایب رویش و معایب عمل آوری است.

معایب رویش:

۱. گره ها: محل روئیدن شاخه است. اگر تیره‌تر و از چوب جدا باشد، گره مرده است و اگر وصل به چوب باشد، گره زنده است که چوب را خوش نقش می‌کند.

۲. پیچ خوردگی: پیچ خوردگی یا در اثر باد و نیروی یکطرفه ایجاد می‌شود و یا به علت تابش یکطرفه خورشید به وجود می‌آید.

۳. بد روئیدن درخت:

الف: در اثر مشکلات بیولوژیکی ایجاد می‌شود. از جمله این مشکلات دل قرمزی بوده که بیشتر در راش دیده می‌شود.

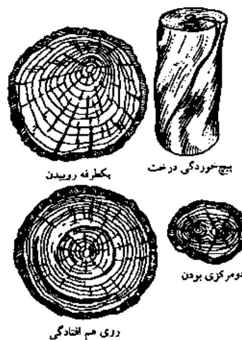
ب: بد روئیدن در اثر ناموازی بودن تارهای درخت با مرکز که به آن کج تاری گویند. درخت اکالیپتوس طبیعتاً کج تار است.

ج: بد روئیدن در اثر دور و نزدیک بودن تارهای درخت با مرکزِ آن، که به آن موج داری گویند.

٤. شکاف و گسیختگی: اگر شکاف در جهت شعاع درخت و عمود بر دوایر سالیانه باشد، به آن دل گسیختگی و اگر شکاف به صورت حلقه‌ای باشد، به آن گرد گسیختگی گویند. ایندو در اثر تغییر شرایط محیطی ایجاد شده و برای تخته یِ زیر پا نا مناسبند.

۵. چند قسمت شدن درخت که ناشی از چند ریشه داشتن درخت است.

اندازه کردن چوب را گندگی کردن گویند. قبل از مصرف چوب باید مدتی برای هم رطوبت شدنش با محیط اختصاص داد. مبارزه با حشرات مضر چوب با مواد شیمیائی یا قیر و قطران برای تراورس راه آهن و رنگ انجام می‌شود. مهم ترین معایب چوب مربط به گره و شکاف است.



شکل ۵. معایب چوب

اگر چوب در شرایط ثابتِ آب و هوا و رطوبت باشد، عمرش از صد سال متجاوز خواهد بود، ولی در شرایط متغیر به سرعت می‌پوسد. عمل آوری چوب با سه روش تحت فشار، مواد شیمیائی و روسوزی انجام می‌شود.

محصولات چوبی

۱. نئوپان: نئوپان با وزن مخصوص نئوپان ۰/٦ $\frac{ton}{m^3}$ مخلوط خرده چوب و ۰/۱ چسب است. نئوپان تغییر شکل نمی‌دهد و در مقابل رطوبت باد نمی‌کند. حداکثر رطوبت چوب آسیاب شده مصرفی ۱۰ درصد است. اگر خرده چوبها در جهت طولی باشد، باعث بهتر شدن خواص مکانیکی و ناهمگنی باعث افزایش تاب خمشی می‌شود.

۲. تخته سه لا: تخته هایی با لایه‌های فرد ۳، ۵، ۷، ۹ است که به آن تخته فنری هم گویند. لایه هایی به ضخامت ۱/۵ میلیمتر که عمود بر یکدیگر با چسب چسبانده می‌شوند و تحت فشار و حرارت قرار داده و در محیطی با دمای ۵۰ درجه نگهداری تا چسبندگی به حداکثر برسد و آنها را دوباره خشک می‌کنند. چسب مصرفی از جنس فرم آلدئید است. از جمله مزایای تخته سه لا کم کردن هم کشیدگی و وا کشیدگی، پایداری در برابر نیروهای عمود بر الیاف و کاهش اثر رطوبت به خاطر وجود چسب می‌توان نام برد.

۳. روکش: از جنس چوبهای خوش نقش بوده و شامل لایه‌های ۱ میلیمتری است. رطوبت را با عمل خشک کردن به ۱۵ درصد می‌رسانند.

٤. فیبر: خرده چوب را آسیاب کرده، تحت فشار و حرارت قرار می‌دهند. وزن مخصوص فیبر ۰/۳۵ تا ۱/۳۵ بوده که برای مبل سازی، بسته بندی استفاده می‌شود. فرمیکا نوعی فیبر با لعاب ملامینه است.

ضخامت فیبرها بیش از ۱/۵ میلیمتر و کمتراز نئوپان است. فیبر باد نمی‌کند، جمع نمی‌شود و سخت و بادوام است. برای ضد آب کردن به آن پارافین و ضد آتش و ضد حشره می‌افزایند. تاب فشاری فیبر ١٤ تا ٢٨ $\frac{kg}{cm^2}$ و تاب کششی آن ۷ تا ۲۱ $\frac{kg}{cm^2}$ است.

۵. پارکت یا فرش چوبی: در برابر سایش مقاوم اند و از چوب درختانِ خوش نقش ساخته می‌شود.



پس از گل، شکل پذیرفتن مصالح طبیعی، چوب است. خواص چوب شامل مقاومت نسبی بالا، چگالی کم، رسانایی کم و مناسب برای کارهای ماشینی است. ضعف‌های چوب شامل تفاوت خواص در مقطع عرضی، قابلیت پوسیدن و اشتعال است.

چوب شامل ۳ بخش پوست، لیف و کامبیوم (زاینده) است. هرچه رشد چوب در پائیز بیشتر و هرچه حلقه سالیانه ضخیم باشد، چوب مقاوم‌تر است. نسوج شعاعی در مقاومت چوب تأثیر بسزائی دارد. این نسوج همانند بست هایی هستند که الیاف چوب را بهم وصل می‌کنند.

شرحی دیگر بر انواع چوب

درختان به دو دسته پهن برگ و سوزنی برگ تقسیم می‌شوند.

درختان پهن برگ یا سخت چوب در بهار تا پائیر یعنی زمانی که درخت برگ دارد، رشد می‌کنند. حجم نسوج ۱۸ درصد حجم چوب بوده و این نشان دهندهٔ مقاومت بالای این دسته از چوبهاست. هرچه حلقه سالیانه عریض‌تر باشد، چوب در برابر نیروهای مکانیکی مقاوم‌تر است.

درختان سوزنی برگ یا نرم چوب در سرما هم رشد بسیار کمی‌دارند. حجم نسوج شعاعی ۷ درصد حجم چوب بوده و این نوع چوب برای ستون، تیر، قالب بندی و داربست استفاده می‌شود.

خواص چوب

چوب قابلیت هدایت حرارتی کمی‌دارد و برای عایق حرارتی مناسب است. هدایت گرمایی در جهت طولی ۲ برابر عرضی بوده و هدایت گرمای شعاعی بیش از مماسی است. افزایش رطوبت، قابلیت هدایت حرارتی را افزایش می‌دهد. ضریب انبساط حرارتی چوب در جهت طولی ۱۸ درصد جهت شعاعی و مماسی است.

قابلیت هدایت صوتی چوب بستگی به رطوبت و گونهٔ چوب دارد. سوزنی برگان در انتشار صدا مرغوب‌تر بوده و در آلاتِ موسیقی از آنها استفاده می‌شود. هرچه سطح چوب نامنظم و مرطوب‌تر باشد، عایق صوتی بهتری است. مقاومت الکتریکی چوب در جهات موازی با الیاف ۱۲ برابر جهت شعاعی و مماسی است.

هم کشیدگی و واکشیدگی، بیشتر در اثر رطوبت ایجاد می‌شود. بیشترین هم کشیدگی در جهت مماسی بوده و در جهت شعاعی ۱۲ تا ۱۳ درصدِ جهتِ مماسی است. هم کشیدگی در جهت طولی بسیار کم است.

معمولاً چوبهای تیره‌تر بادوام ترند. این مورد در چوبی که برای پارکت استفاده می‌شود به دلیل سایش بسیار مورد توجه است.

چوبهای سست، بیشتر مصرف درودگری دارند. با افزایش جرم حجمی چوب سخت‌تر شده و با افزایش رطوبت سختی اش کمتر و تاب فشاری اش بیشتر می‌شود. همچنین افزایش حرارت باعث کاهش تاب فشاری خواهد شد. چوب در جهت الیاف، تاب فشاری زیاد دارد. اگر فشار زیادی بر چوب خشک وارد شود، در چوب خشک باعث از هم گسیختگی، در چوب مرطوب باعث له شدگی ودر چوب نیمه مرطوب باعث لغزش الیاف روی هم می‌شود.

چوبها در جهت عمود بر الیاف تاب کمی‌دارند و به سرعت به حد تغییر شکل دائمی خود می‌رسند. چوب تحت تأثیر خمش تغییرشکل محسوس می‌کند. مقاومت چوب مرطوب در برابر ضربه بیشتر است.

هرچه چوب متخلخل‌تر باشد، تاب ضربه‌ای کمتری دارد. معایب چوب اثر زیادی بر تاب ضربه‌ای می‌گذارد. چوب در جهت الیاف از مقاومت کششی بالایی برخوردار است، به طوریکه در جهت الیاف این مقاومت ۳-۲ برابر بیشتر از جهت عمود بر الیاف است. چوبهای سخت تاب کششی بیشتری دارند. حتی یک گره کوچک می‌تواند تاب کششی چوب را به نصف کاهش دهد.

هوای خشک بر سلولز اثر ندارد، ولی مواد اکسید کننده اگر غلیظ باشند، اثر گذارند. سلولز در حرارت ۱۵۰ درجه تغییر رنگ می‌دهد و در ۳۰۰ درجه تجزیه می‌شود. از اثر سود غلیظ بر سلولز در تهیه ابریشم مصنوعی استفاده می‌کنند.

رطوبت، مقاومت مکانیکی چوب را کاهش می‌دهد و مقاومت در برابر ضربه را افزایش می‌دهد. در صورت مرطوب بودن چوب، احتمال هجوم حشرات بیشتر می‌شود. منظور از چوبِ تر، چوب درختی است که تازه قطع شده و میزان رطوبت مشخص نیست. میزان رطوبت بستگی به جنس درخت، فصل برش و اقلیم و خاک دارد.

تبخیر آب آزاد چوب (آب در آوندها) موجب هیچ گونه تغییر شکلی درچوب نمی‌شود. چوب نم دار چوبی است که آب در جداره سلول هاست، به طوریکه آب ۳۰ درصد وزن چوب است. هنگامیکه رطوبت پوسته تبخیر شود، باعث کاهش حجم می‌گردد، به این پدیده کار کردن یا هم کشیدگی گویند. نمکِ باقیمانده در مجاورت آب، رطوبت جذب کرده و باعث تغییر شکل چوب می‌شود.

برای جلوگیری از باد کردن و کارکردن چوب باید میزان مواد غذایی موجود در بافت چوب را کم کرده یا به چوب بخار داد. چوب خشک حاوی ۱۸ درصد رطوبت است. این میزان رطوبت، حد بحرانی برای هجوم انگل به چوب است. میزان رطوبت چوب خشک مطلق، ٤ درصد است. میزان هم کشیدگی مماسی چوب ۱۲ درصد، هم کشیدگی شعاعی آن ٦ درصد و هم کشیدگی طولی ۱ درصد است.

دیگر محصولات چوبی

از جمله محصولات چوبی علاوه بر نئوپان، فیبر، تخته چند لا، روکش و پارکت می‌توان موارد زیر را نام برد:

الف. صفحات چوب- سیمان: حاوی ۲۰ درصد خرده چوب و پودر چوب، ٦۰ درصد سیمان پرتلند و ۲۰ درصد آب و گروهی مواد شیمیائی است.

این صفحات از تمام صفحات چوبی در برابر آتش مقاوم‌تر بوده و مقاومت مناسبی در برابر قارچ، آب، پوسیدگی و یخبندان دارند. عایق صدا و حرارت بوده و قابلیت چسب زنی، پیچ و میخ زنی دارند.

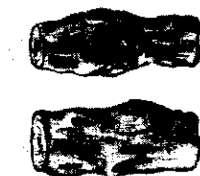
ب. کانتکس: ساقه نی بین سیم‌های گالوانیزه توسط ماشین تحت فشار بافته می‌شود، که به آن کانتکس گویند. برای ساخت دیوار، سقف کاذب و... کاربرد داشته و عایق حرارت و صوت و ضد آتش است.

ج. آندولین: سقف پوشی موجدار متشکل از الیاف گیاهی و مواد شیمیائی و مصنوعی اشباع شده با قیر بوده که در ۱۸۰ درجه سخت شده است. آندولین عایق حرارت، رطوبت و الکتریسته و مقاوم در یخبندان است.

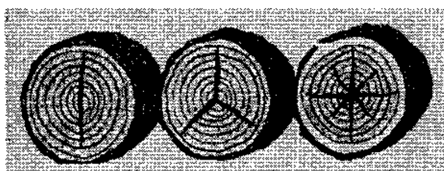
د. تخته‌های گلولام: قطعات بزرگ چوبی که در اشکال متنوع از قطعات کوچک ساخته شده اند.

شرحی دیگر بر معایب چوب

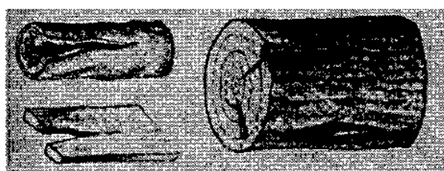
گره مرده مقاومت مکانیکی چوب به خصوص تاب خمشی را کاسته و باعث افزایش واکشیدگی، هم کشیدگی و تغییر شکل می‌شود. گره مرده در قطعاتی که در معرض سایش هستند (پارکت) ایجاد ناهمواری می‌کند. کج تاری مقاومت مکانیکی چوب به خصوص تاب ضربه‌ای را کاسته و در برش و پرداخت موجب ریش ریش شدن چوب می‌شود. ترک‌های ناشی از یخ زدگی ترک‌های باز طولی هستند. ترک برق گرفتگی تا عمق چوب نفوذ می‌کند و ترک‌های معمولی در اثر خشکی سطح ایجاد می‌شوند.



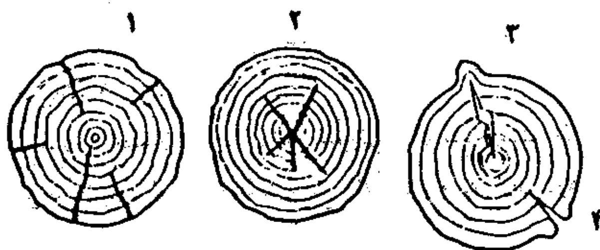
شکل٦. ترک‌های ناشی از برق گرفتگی



شکل۷. ترک‌های متحدالمرکز



شکل۸ ترک‌های ناشی از یخ زدگی



شکل۹. انواع ترک ها

۱.ترک از بیرون به درون؛

۲. ترک از درون به بیرون؛

۳.ترک یخ زدگی؛

٤. ترک برق زدگی ؛

از جمله دیگر معایب چوب، رشد غیرمرکزی، اعوجاج، روی هم افتادگی و دو مرکزی بودن چوب است. از جمله آفات چوب، قارچ ها، میکرو ارگانسیم ها و حشرات هستند. رنگ غیرطبیعی و پوسیدگی چوب ناشی از قارچ هاست. چوب با ۲۰ درصد رطوبت یا کمتر و یا چوبی که در آب قرار دارد یا در معرض سرماست، دچار پوسیدگی نمی‌شود. پوسیدگی چوب با خشک شدن یا از بین رفتن قارچ متوقف می‌شود.

حفاظت چوب

۱. پوشاندن سطح چوب:

الف. به وسیله لاکی که آنرا در الکل صنعتی حل کرده و استفاده می‌کنند؛

ب. با ورنی، ورنی طبیعی مانند صمغ گیاهی یا مصنوعی ماند پلاستر و ملامین؛

ج. با رنگ که شامل مواد رنگی مخلوط با روغن ها و مواد فرّار مانند تربانتین است؛

د. با بتانه که برای چوبهایی که آوند درشت بهاره دارند، مناسب است،

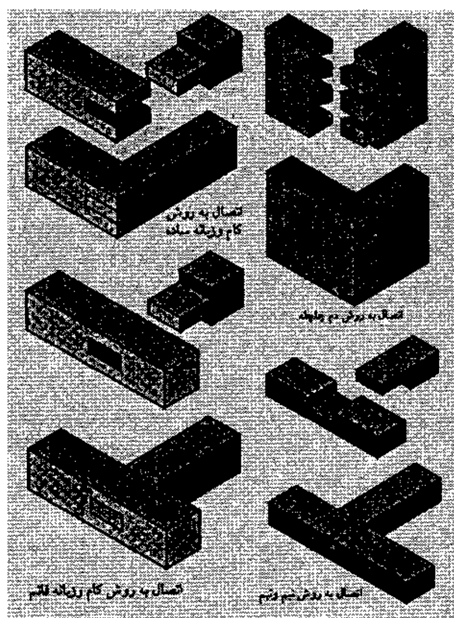
۲. سوزاندن سطح چوب.

هدف از اشباع چوب با مواد شیمیایی، بالا بردن دوام و تاب مکانیکی و پائین آوردن احتمال اشتعال است. اشباع بیشتر برای تراورس‌های راه آهن و شمع‌های تلگراف مناسب است. ماده اشباع کننده باید دارای خواص زیر باشد:

کشنده حشرات باشد، باعث تخریب چوب نشود، قابلیت هدایت حرارتی و الکتریکی چوب را افزایش ندهد، در چوب نفوذ کند، خواص مکانیکی چوب را افزایش دهد (حداقل کاهش ندهد)، با آب شسته و تجزیه نشود. چوبها را به وسیله مواد حاصل از تقطیر زغال سنگ (قطران) با فشار یا بدون فشار اشباع می‌کنند.

بهترین نوع چوب برای قالب بندی نراد بوده که چوبی نرم و قابل انعطاف از نوعی کاج است. چوب در و پنجره باید از کاج و صنوبر، خشک و فاقد شیره گیاهی و عمل آمده باشد. اتصالات پنجره‌های چوبی باید کام و زبانه باشد.

انواع اتصالات چوبی شامل دم چلچله ای، کام و زبانه، نیم و نیم و کلیدی است.



شکل ۱۰. اتصالات چوب

انواع چسب مورد استفاده در کارهای چوبی عبارتست از آلبومن خون، پروتئین گیاهی، چسب ماهی و چسب حیوانی. (چسب حیوانی ضد رطوبت نبوده و زود خشک می‌شود).

***

چوب یک بافت سلولزی آلی است با ۵۰ درصد کربن، ٤۰ درصد اکسیژن، ٦ درصد هیدروژن و ۱ درصد ازت و سایر کانی ها. تاب کششی چوب بیش از تاب فشاری آن است. هرچه چوب سبک‌تر باشد، جای خالی بیشتری داشته، آب بیشتری مکیده، در نتیجه تابش کمتر می‌شود. هرچه چوب توپرتر باشد، تارهایش بیشتر بوده، آب بیشتری مکیده، در نتیجه بیش از چوب پوک کار می‌کند، ولی پایدارتر و سخت‌تر از چوب پوک است. بارگذاری کج به تارها، تاب چوب را کم کرده و باعث تغییر شکل چوب می‌شود. چوب پائیزی توپرتر و مقاوم‌تر از چوب بهاری است.

هرچه دایره‌های سنی درختان سوزنی برگ بهم نزدیکتر و هرچه دایره‌های سنی درختان پهن برگ، پهن‌تر باشد، تاب بیشتری دارند. درختان را در پائیز که شیره ی آنها کم است، می‌بُرند.

ترکی که از بیرون به درون ایجاد می‌شود، نشان دهنده خشک شدن ناهمگون است. ترک از درون به بیرون که در معرض دید نیست، در اثر تند بادها ایجاد می‌شود. بعد از برش درخت به صورت الوار باید دو سر بریده شده را گل مالی کرد، تا آب از دست نداده و ترک نخورد.

آب درون چوب درخت پهن برگ ۱۵ تا ۱۳۰ درصد و در درخت سوزنی برگ ٤۰ تا ۱۷۰ درصدِ وزنِ چوب خشک آنهاست. چوب خشک شده بازاری تا ۲۰ درصد، نیم خشک ۲۰ تا ۳۰ درصد و تر بیش از ۳۰ درصد وزنش آب دارد.

در ساخت تونل و مکان هایی که نشود فشار زمین را پیش بینی کرد، از گردهٔ چوب تر استفاده می‌کنند، زیرا در اثر فشار خم می‌شود، بی آنکه بشکند. خشک کردن چوب در سقف سرپوشیده برای چوب سست، یک تا دو سال و برای چوب سخت، سه تا چهار سال طول می‌کشد. خشک کردن چوب در گرمخانه سرپوشیده برای چوب سست، یک تا دو روز و برای چوب سخت، سه تا چهار روز طول می‌کشد.

برای جلوگیری از کار کردن در و پنجره چوبی در مناطق فلاتی آنها را قابلمه‌ای می‌سازند، تا چوب جای کارکردن داشته باشد. از جمله عیب‌های درخت، پیچ خوردگی، یکطرفه روئیدن، چندگانه روئیدن، پرشاخه بودن، وجود گره در اثر ناموازی بودن تارها و ترک خوردن بدنه درخت در اثر تند باد و یا بهنگام زمین افتادن است. موریانه چوب سفید سست را می‌خورد، اما چوبهای سخت و صمغی را نمی خورد.

عمل آوری چوب

۱. درهم فشردن که در مورد چهار تراش، الوار و تخته انجام گرفته و تاب و سختی را تا دو برابر افزایش می‌دهد؛

۲. پختن یا بخار دادن که باعث افزایش تاب خمشی در امتداد تارهای چوب شده و می‌توان بار بیشتری بر چوب گذاشت؛

۳. روسوز کردن که پایه‌های چوبی سیم‌های خبررسانی را اینگونه محافظت می‌کنند؛

٤. لاک و الکل یا رنگ روغن؛

۵. عمل آوری با قیر آبکی یا قطران؛

٦. تزریقِ با فشار قیر و قطران یا تانالیت برای تراورس راه آهن، شمع چوبی، اسکله و... ؛

چوبهای سنگین (سنگین‌تر از آب) برای شمع کوبی و سپرکوبی در کارهای دریایی و زیرآبی مصرف می‌شود.

گرده چوب ساختگی، مخلوطی پرس شده از خرده چوب و چسب است که برای هیزم مصرف می‌شود.

ویژگی‌های چوب ساختمانی

وزن ویژه چوب ۱/۵۵ $\frac{ton}{m^3}$ و وزن فضائی آن ۰/۱ تا ۱/۳ $\frac{ton}{m^3}$ است. تاب و برجهندگی چوب متناسب با میزان آب موجود در چوب است، اگر آبِ چوب ۵ درصد باشد، چوب بیشترین تاب را دارد. با آب ۱۵ درصد تاب چوب ۱ است و اگر میزان آب به ٤۰ درصد افزایش یابد، تاب چوب ٦۰ درصد کاهش می‌یابد.

تاب چوبِ تزریق شده ۱۰ تا ۲۵ درصد زیادتر از همان چوب به صورت تزریق نشده است. تاب و بر جهندگی چوب نسبت به وزنش زیاد است و با زیاد شدن وزن فضائی افزایش می‌یابد. تاب کششی چوب در امتداد تارها ۱۰ برابر جهتِ عمود بر تارهاست. تاب کششی چوب ٦۰ تا ۲۰۰ $\frac{kg}{cm^2}$ و تاب فشاری آن ۳۰ تا ۸۰ $\frac{kg}{cm^2}$ است. تاب برشی چوب در امتداد تارها ۳ تا ۱۵ $\frac{kg}{cm^2}$ بوده که در جهت عمود بر تارها کمتر است.

هرچه وزن فضایی بیشتر باشد، تاب چوب نیز بیشتر است و هرچه چوب نمناک‌تر باشد، تاب چوب کمتر است. ضریب بر جهندگی چوب ۷۰۰۰ تا ۱۷۰۰۰ است. ضریب گرماگذرانی چوب در امتداد تارها دو برابر جهت عمود بر تارها بوده و با زیاد شدن وزن فضائی و نمناکی، افزایش می‌یابد. چوب در ۲۷۵ درجه خود به خود می‌سوزد. سائیده شدن چوب بستگی به سختیِ آن

درختان را به دو دسته تقسیم بندی می‌کنند:

۱. نرم چوبها، مخروطیان یا درختان سوزنی برگ؛

۲. سخت چوبها، ریزبرگها یا درختان پهن برگ؛

چوب برخی درختانِ پهن برگ نرم است. تخته الوارسازی بر اساس تنش درجه بندی می‌شود. ساختار چوب شامل سلولز، همی سلولز، ترکیبات قندی با وزن مولکول کمتر از سلولز و لیگنین (مواد اصلی بافت چوب) است. سلول‌های طولی چوب از جنس سلولز است که توسط لیگنین بهم پیوسته اند.

قرارگیری سلول ها به صورت طولی باعث شده که چوب ماده‌ای غیرایزوتروپیک باشد. بدین معنا که خواص در یک جهت با خواص در جهات دیگر متفاوت است. سلول‌های شعاعی این خاصیت را تشدید می‌کنند. این سلول ها ۳ تا ۱۰ درصد جسم چوب نرم و ۵ تا ۳۰ درصد جسم چوب سخت را تشکیل می‌دهند. غیرایزوتروپ با نام دیگر آرتوتروپ در برخی کتب معرفی می‌شود. هر حلقه رشد سالیانه دو لایه بوده که لایه درونی روشن تر، چوب پیر یا چوب بهاری بوده و لایه بیرونی تیره تر، چوب جوان یا چوب تابستانی است.

چوب جوان سنگین‌تر و سخت‌تر است و بیشتر از چوب پیر منقبض می‌شود. قلب چوب تیره‌تر از بخش‌های دیگر است. آب دیواره سلول ها محبوس و آب حفره‌های سلول ها آزاد است.

درصد رطوبتی که دیواره ها اشباع شده، ولی رطوبت آزاد وجود ندارد، نقطه اشباع گویند. اگر انقباض در چوب یکسان نباشد، الوار دچار پیچ خوردگی می‌شوند. چگالی نسبی چوب حدود ۱/۵ است. هرچه چگالی چوب و مقدار چوب جوان بیشتر باشد، چوب مقاوم‌تر است.

اگر رشد درخت، یکطرفه و کج باشد، باعث ایجاد چوب واکنشی می‌شود. در درخت نرم، چوب واکنشی در قسمت تحتانی درخت ایجاد شده که به آن چوب فشاری گویند و در درخت سخت چوب، چوب واکنشی در قسمت فوقانی بوده و به آن چوب کششی گویند.

چوب واکنشی ٤۰ درصد متراکم‌تر از چوب طبیعی و جمع شدگی طولی آن ۱۰ برابر چوب طبیعی است. در بارگذاری درازمدت روی چوب، در اثر تنشی که تنها کمی بیش از ۵۰ درصد مقاومت نهایی چوب است، چوب گسیخته می‌شود. اگر مدت بارگذاری ۱۰ برابر بزرگ یا

کوچکتر شود، مقاومت چوب ۷ تا ۸ درصد کاهش یا افزایش می‌یابد. این عملکرد ناشی از خزش چوب است.

می توان چوب را با مایع هایی مانند قطران، پنتاکلروفنل و یا کلرید روی محافظت کرد. برای مقاوم کردنِ چوب در برابر احتراق، آنرا با مواد آلی کفساز یا مواد محلول شیمیایی مانند بوره اشباع می‌کنند. از جمله چسب‌های مورد استفاده در تخته چندلا فنل فرمالدئید PF بوده که چسبی گران و قوی است و تخته را لکه دار می‌کند. ملامین فرمالدئید MF تخته را لکه دار نمی‌کند و اوره فرمالدئید UF چسبی ارزان است.

***

انواع چوب

۱. چوب‌های صنوبری (صمغی) مانند کاج، سرو، صنوبر. این چوبها به آسانی برش خورده و دوام کمی‌دارند و نیز مقاومت فشاری و برشی آنها کم است.

۲. چوب‌های سخت مانند بلوط و زبان گنجشگ. دوام زیادی داشته و به سختی برش می‌خورند و سطح برشی نامناسبی دارند.

۳. چوب‌های سست مانند اقاقیا، بید، تبریزی. دوام خیلی کمی‌داشته، اما از مقاومت خوب فشاری، خمشی و برشی برخوردارند.

وزن ویژه چوب ۰/۵٤ تا ۱ $\frac{ton}{m^3}$ است. وزن ویژه چوب در آب تا ۱/۵ $\frac{ton}{m^3}$ می‌رسد. تاب فشاری چوب بیش از تاب خمشی و برشی آن بوده و به ٤۰ $\frac{kg}{cm^2}$ می‌رسد. تاب فشاری چوب در جهت طولی چند برابر جهت عرضی است. از جمله معایب ایجاد شده برای چوب، قطع آن در فصل بهار است، زیرا در بهار، درخت شیرهٔ زیادی داشته که در محل برش قارچ رشد کرده و چوب را نامناسب می‌کند. بنابراین در پائیز بریده شود بهتر است. از جمله دیگر معایب چوب، پیچ خوردگی، پربرگی و چند گانه روئیدن است.

چوب را می‌توان محافظت نمود. از جمله روش‌های حفاظت چوب، تزریق مواد، فرو بردن در قیر و قطران، دوغاب گچ و یا نیم سوز کردن چوب و نیز خشک کردن چوب در گرمخانه با حرارت ۵۰ درجه است.

انواع شکل چوب‌های برش خورده بر اساس استاندارد به صورت زیر است:

۱. تیر ساختمانی: با مقطع دایره برای کلاف کردن دیوار، تیرریزی و... کاربرد دارد.

۲. دستک یا تیر پایه ای: با طول ۲/۵ متر و قطر ۸۰ تا ۱۲۰ میلیمتر برای حصارکشی استفاده می‌شود.

۳. چهارتراش: تخته معمولی است با عرض ۲۰۰ میلیمتر و پهنای ۲۰۰ میلیمتر و گاهی با کلفتی و پهنا ۱ متر و طول ٤ تا ٥ متر.

٤. بینه: طول ۲/۷ تا ۱۸ متر و عرض (قطر) ٤ تا ۳٤ سانتیمتر ساخته می‌شود.

٥. تخته: با طول ۲ تا ٦ متر و عرض ۱۸ تا ۳۰ سانتیمتر و ضخامت ۱ تا ۸ سانتیمتر ساخته می‌شود.

٦. الوار؛

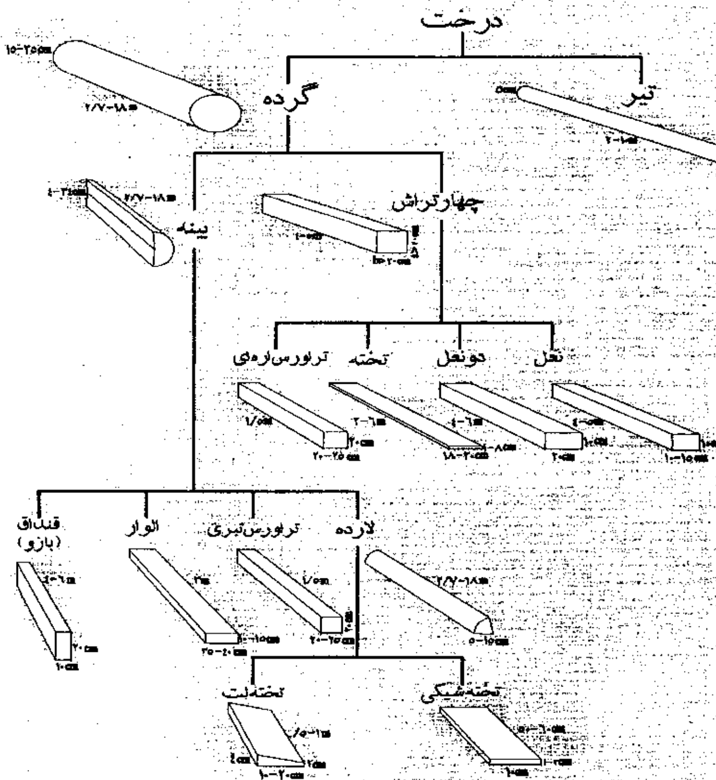
۷. تخته فنری یا چند لایی؛

۸. تخته فیبری؛

۹. نئوپان؛

۱۰. نئوپان ساقه نیشکری: ساقه نیشکر را در مخزن بخار قرار داده تا الیاف جدا شود، فشار را تا ۷۰ $\frac{kg}{cm^2}$ رسانده، سپس فشار را به طور ناگهانی کاهش می‌دهند. در نتیجه ماده چسبنده جدا می‌شود. مواد باقیمانده را پرس کرده و به صورت تخته ورق با ضخامت ۳ تا ۱۲ سانتیمتر در می‌آورند .

۱۱. روکش: تزئینی بوده و از چوب گردو و زیتون استفاده می‌کنند.



شکل ۱۱. انواع مقاطع چوبی

اگر نیرو عمود بر جهت الیاف چوب باشد، $\frac{1}{4}$ حالتی است که موازی الیاف است. قالب بندی بتن بیشتر با چوب روسی است. قالب چوبی در دهانه قوس ها تا دهانه‌های بیش از ۱۰۰ سانتیمتر ساخته می‌شود. برای افزایش وزن ویژه چوب می‌توان آنها را تحت فشار متراکم ساخت. مصرف تخته چند لا در روکش در، قالب بندی و اسکلت سازی است. در ساخت تخته فیبری به روش خشک از چسب استفاده می‌کنند. حداقل ضخامت تخته فیبری ۲ میلیمتر است. گره، شیره و وجود قسمت خشک شده باعث نامرغوب شدن چوب می‌شوند.

روکش تزئینی به روش دوار از سخت چوبها تهیه می‌شود. بلوک چوبی، نوعی پارکت ضخیم با ابعاد ۹۰× ۵۰× ۵۰ میلیمتراست. کفپوش چوب پنبه‌ای در انواع لینولیوم و کاشی چوب پنبه‌ای تولید می‌شود.

لینولیوم متشکل از روغن بزرگ، گرد چوب پنبه، رزین و گرد چوب است.

کاشی چوب پنبه‌ای متشکل از تراشه، خرده‌های چوب پنبه و رزین است. قالب چوب (چوب درونی) در درختان زنده بیشتر در معرض پوسیدگی است. هرگونه بی نظمی‌در ساختار چوب نوعی عیب محسوب می‌شود.

دلیل جمع شدنِ چوب، خشک شدن جدار سلول‌های آن است. اگر انقباض قسمت‌های مختلف یک تخته الوار با هم متفاوت باشد، دچار جمع شدگی می‌شود. چگالی یک قطعه چوب به مقدار زیادی تحت تأثیر رطوبت آن است.

مقاومت مکانیکی قطعات بزرگ چوبی معمولاً به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از نمونه‌های کوچک است. چوب در جهت طولی بالاترین مقاومت کششی را دارد. غلطیدن سلول‌های طولی چوب روی هم را برش غلطشی گویند. خواص چوب در جهت شعاعی و مماسی تقریباً مشابه است. چوبهای متراکم در برابر حملهٔ جانداران آسیب پذیرترند. رزین(چسب) در تخته چند لا حدود ٤ تا ٥ درصد است.

لایه بیرونی تخته چند لا باید هم جهت و در جهت بُعد بزرگتر باشد. ورقه‌های تشکیل دهنده تخته چند لا الزاماً از یک درجه نیستند. معمولاً تاب کششی چوب بیش از تاب فشاری، خمشی و برشی آن است. شمشاد سخت‌تر از سپیدار، کاج، تبریزی، افرا و انجیری است. تراورس راه آهن و چوب پنبه را از چوب درخت بلوط می‌سازند. برای ساخت کبریت از چوب درخت تبریزی استفاده می‌کنند. چوب تیره دوام بیشتری از چوب روشن دارد. چوب درخت ساج از کاج، نراد و ماهاگونی سنگین‌تر است.

***

نکاتی در مورد چوب

از چوب طبیعی در قسمت‌های مختلف استفاده می‌شود. چوب مصنوعی حتی در عایقکاری هم مصرف دارد. بهتر است چوب را قبل از مصرف خشک کنیم. بریدن لایهٔ تخته چند لا از درخت توسط بخار با انواع برش‌های اره کردن، قاچ کردن، دوار و نیم دایره‌ای صورت می‌گیرد، که برش دوار متداولترین روش است. ضخامت روکش تزئینی ۰/۶ تا ۰/۹ میلیمتر است. نام دیگر تخته فیبری، تار چوب و نام دیگر نئوپان، نوتخته است. ضخامت تخته فیبری از ۲ میلیمتر به بالا است. نئوپان از ضایعات چوب بری ساخته شده و ٤ تا ۲۵ میلیمتر ضخامت دارد. چوب مورد استفاده در قالب بتن از انواع صمغ دار مانند کاج و صنوبر است.

چوب مورد استفاده در سازه، پی، قالب ماندگار و نیز شمع شلاقی، چوب سفید بوده و چوب مورد استفاده در قالب در و پنجره و نرده، کاج و صنوبر است. مصرف چوب با انحراف بیش از ۳ سانتیمتر در طول مجاز نیست.

فلزات

آهن

با وزن ویژه ۷/۸۷ $\frac{ton}{m^3}$ در ۱۵۳۰ درجه ذوب می‌شود. آهن از سه دسته اکسیدهای آهن، اکسید آبدار آهن و کربنات آهن تهیه می‌شود:

<u>سنگ‌های آهن:</u>

الف. اکسیدهای آهن: سنگ آهن مغناطیسی (منیتیت)، سنگ آهن سرخ (هماتیت)؛

ب. اکسیدآهن آبدار یا هیدروکسیدآهن یا لیمونیت؛

ج. کربنات آهن یا سیدریت یا اسپانیک؛

د. سولفور آهن؛

<u>روش‌های تهیه آهن:</u>

۱. کوره بلند، با سوخت کک و محصول آن آهن خام و کمی چدن است.

۲. کوره الکتریکی؛

۳. کوره احیا با محصول آهن اسفنجی؛

<u>روند تولید آهن تا تبدیل به مقطع فولادی:</u>

تولید آهن خام ← تبدیل به فولاد ← ریخته گری فولاد و تبدیل به پروفیل و ورق ← نورد سرد ورق و تبدیل به مقاطع فولادی.

آهن خالص نرم حدود ۲ درصد کربن دارد، انعطاف پذیر بوده و در ۱۵٤۰ درجه ذوب می‌شود. در حالیکه آهن معمولی حاوی ۲ درصد کربن و شکننده بوده و در ۱۱۳۰ درجه ذوب می‌شود.

سه وظیفه سوخت در کوره تولید آهن عبارت است از ایجاد حرارت، ترکیب با اکسیژن و ایجاد ماده گداز آور کربور آهن. کمترین عیار سنگ آهن مورد مصرف برای تولید آهن ۲۵ درصد

است. تفاله آهنگدازی، سیلیکات کلسیم است. آهن خام حاوی ۳ تا ٤ درصد کربن و برای اعمال مکانیکی نامناسب بوده و نقطه ذوب آن ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ درجه است.

آهن خام به سه دسته آهن خام سفید، آهن خام خاکستری و آهن خام نیمه خاکستری تقسیم می‌شود. آهن خام سفید کمی سیلسیوم دارد و کربن ترکیبی در آن تبدیل به گرافیت نشده است، سخت و ترد بوده با وزن ویژه ۷/۵ تا ۷/۸ $\frac{ton}{m^3}$ و در ۱۱۰۰ تا ۱۱۳۰ درجه ذوب می‌شود و از آن برای فولادسازی استفاده می‌کنند.

آهن خام خاکستری حاوی کربن به شکل گرافیت بوده با وزن ویژه ۷ تا ۷/۳ $\frac{ton}{m^3}$ که در ۱۲۰۰ تا ۱۲۵۰ ذوب می‌شود. نرم بوده و ترد نیست که برای چدنسازی استفاده می‌شود.

آهن خام نیمه خاکستری که دارای خواصی مابین آهن خام سفید و خاکستری است، برای تولید فولاد و چدن سخت استفاده می‌شود.

چدن

کربورآهن بدست آمده از آهن خام را مجدداً ذوب و تصفیه می‌کنند. محصول آنرا که ترد و شکننده است، چدن گویند. چدن همچنین به مقدار کم از کوره ذوب آهن بدست می‌آید.

کوره مورد نظر کوره کوپل یا شعله‌ای یا برقی است و محصول کوره برقی چدن خاکستری است. چدن مقاومت کششی کم و مقاومت فشاری خوبی دارد. از چدن در لوله فاضلاب، دیگ حرارتی، رادیاتور یا دریچه‌های کنترل استفاده می‌شود. هرچه کربن در چدن زیاد باشد، مقاومت فشاری بیشتر، چکش خواری و جوش پذیری کمتر دارد. چدن در ۱۱۵۰ تا ۱۳۰۰ درجه مثل یخ ذوب می‌شود. به دلیل اینکه چدن دیرزنگ می‌زند برای لولهٔ آب مناسب است.

همچنین چدن در مقابل آتش مقاوم‌تر از فولاد است. فسفر، چدن را شکننده، گوگرد آنرا کند روان و منگنز آنرا سخت می‌کند. تاب کششی چدن ۱۲۰۰ $\frac{kg}{cm^2}$ است.

انواع چدن به پنج دسته چدن سفید، خاکستری، نیمه خاکستری، سخت و چدن نرم یا آب دیده تقسیم می‌شود. چدن خاکستری برای درپوش چدنی، لوله چدنی، پنجره و یراق آلات استفاده می‌شود.

از چدن سخت برای متکای فلزی پل استفاده می‌کنند. رویه چدن سخت، روشن و مغز آن تیره است. چدن آب دیده دارای تاب ضربه‌ای بالا، خاصیت چکش پذیری است و از آن برای ساخت کلید، قفل، شیر، یراق آلات و پایه سیم تلگراف استفاده می‌شود. هرچه کربن چدن کمتر باشد، در چدن ریزی هنگام بستن بیشتر جمع می‌شود.

فولاد

پرمصرف ترین فلز صنعتی، فولاد است. فولاد با ۰/۲ درصد کربن در ۱۵۲۰ درجه و با ۰/۸۵ درصد کربن در ۱٤٦۰ درجه ذوب می‌شود. کربن در فولاد نرم ۰/۰۹ تا ۰/۲۵ درصد، در فولاد نیمه سخت ۰/۲۵ تا ۰/۵۵ درصد، در فولاد سخت ۰/٦ تا ۱/۲ درصد، در فولاد ساختمانی ۰/۳۵ تا ۰/۵ درصد و در خشکه ابزارسازی ۰/۵ تا ۱/۵ درصد است.

از جمله انواع روش‌های فولادسازی می‌توان به روش اکسیژن(بسمر)، اپن هارت (زیمن-مارتن)، کوره الکتریکی و روش پاتیل اکسیژن اشاره کرد. کوره الکتریکی، فولاد با کیفیت و ضد زنگ، ضد اسید و ضد حرارت تولید می‌کند که گرانترین روش فولادسازی است. منگنز در فولاد باعث تاب کششی بالا و تردی، گوگرد باعث کاهش تاب ضربه‌ای و فسفر باعث ترد و شکننده شدن فولاد می‌شود.

مس و کرم، فولاد را ضدزنگ می‌کند. از فولاد حاوی کرم برای تولید قاشق و چنگال و از فولاد حاوی مس برای تولید سپر و شمع فولادی و در ساختمان دریایی استفاده می‌کنند. حرارت فولادسازی حدود ۱٦۰۰ درجه است.

روش‌های تولید محصولات فولادی متفاوت است. برای میله فولادی نازکتر از ۵ میلیمتر و سیم فولادی از روش کشیدن استفاده می‌کنند. ۸۰ درصد فرآورده‌های فولادی را به روش نورد زدن تولید می‌کنند. تسمه و فولاد تا ۳ میلیمتر را به روش گرم و نازکتر از ۳ میلیمتر را به صورت

سرد نورد می‌کنند. برعکس روش سرد کشیدن که تردی را زیاد می‌کند، سرد نورد زدن تردی را کم می‌کند.

برای حفاظت از فولاد در برابر رطوبت آنرا اندود می‌کنند، مثلاً با رنگ، سرنج، روی یا قلع. فولاد قلع اندود را حلبی و فولاد روی اندود را آهن سفید گویند.

بتن تنیده با فولادی که ۰/٦ تا ۰/۹ کربن و تاب کششی ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ دارد، می سازند. ورق با عرض کمتر از ١٦٠ میلیمتر را تسمه گویند. وزن مخصوص فولاد ۷/۸۵ $\frac{ton}{m^3}$ و ضریب انبساط طولی آن ۲ درصد است. فولاد ضدزنگ ۱۲ درصد کرم دارد. برای بهبود خواص فولاد روی آن عملیات گرمایی انجام می‌دهند. از جمله این عملیات گرمایی می‌توان به سخت کردن، نرم و بی بلور کردن در ۷۰۰ درجه، ملایم کردن در ٤۰۰ تا ٦۰۰ درجه و کربوریزه کردن اشاره کرد.

نورد سرد برای فلزات با درجه خمیری بالا مانند قلع و سرب مناسب است. پرچ و گل میخ را به روش چکش کاری می‌سازند. روش کشیدن برای میله چهارگوش و شش ضلعی تا قطر ۱۰ میلیمتر مناسب است.

محصولات فولادی را با اتصالات خشک یا تر می‌توان به یکدیگر یا به دیگر اجزای ساختمانی متصل کرد. از جمله اتصالات خشک که با اضافه کردن قطعهٔ جدید صورت می‌گیرد، می‌توان به پیچ و پرچ و تا کردن اشاره کرد. همچنین از جمله اتصالات تر یا جوشی می‌توان به اتصال بر اثر گداختن، بر اثر فشار و چسبانیدن اشاره کرد.

جوشکاری در دمای زیرصفر درجه و در جریان باد ممنوع است. با حفظ شرایط اطراف جوش دمای ۵- تا ۱۸ هم مجاز است، ولی در دمای زیر ۱۸- درجه جوشکاری مطلقاً ممنوع است.

از جمله قطعات مورد مصرف در جوشکاری الکترود است. بنابراین به ذکر نکاتی چند در این باره می‌پردازیم.

برای اتصال لوله‌های هدایت آبگرم شوفاژ از جوش کاربیت استفاده می‌شود. اگر قطر لوله بالای ۲ اینچ باشد، می‌بایست از جوش برق استفاده کرد. برای لوله کشی، اسکلت، در و پنجره،

سقف کاذب، اسکلت فلزی باید از جوش برق استفاده کرد. جوشکار با کشیدن الکترود به روی قطعه فلزی هوای موجود بین دو قطب رایونیزه کرده تا قوس با حرارت ۳۵۰۰ درجه ایجاد شود.

الکترود، رویهٔ آن و دو فلز جوش شونده، ذوب شده و حوضچه ذوب را ایجاد می کنند. حوضچه ذوب باید محافظت شود و گرنه فوراً اکسید شده و محیط جوش فاسد می‌شود.

الکترود از دو قسمت فلز جوشکاری و پوشش روی فلز تشکیل شده است. فلز جوشکاری با قطر ٦-۲ میلیمتر تولید می‌شود. برای قطعات با قطر کمتر، از الکترود باریک استفاده می‌کنند. حداقل مقاومت کششی و فشاری فلز الکترود باید مساوی دو قطعه مورد جوش باشد، راحت ذوب شده و بعد از ذوب شدن، جاری شود. یعنی حالت خمیری نداشته یا فاصله بین خمیری و روانی کم باشد، نفوذپذیر بوده، با فلز مورد جوش ترکیب شیمیائی مضرر ندهد و با آلودگی حوضچه ذوب ترکیب نشود. همچنین فلز جوش باید زود اکسید نشده و با گازهای اطراف ترکیب نشود. پوشش الکترود را گلِ روی الکترود گویند. پوشش، ۳۵ سانتیمتر طول الکترود را به جز ۱/۵ سانتیمتر نوک آن که محل اتصال با انبر جوشکاری است، می‌پوشاند.

پوشش باید همزمان با الکترود ذوب شود، بلافاصله روی حوضچه را پوشانده و مانع اکسید شدن مواد داخل حوضچه شود. پوشش باید مانع از سرد شدن سریع محتویات و شکننده شدن جوش شود. همچنین باید با مواد داخل حوضچه ترکیب نشود، حوضچه را تصفیه کند و بعد از جوشکاری و سرد شدن بلند شود و امکان جوشکاری بعدی را فراهم سازد.

فولاد با پوشش روی- آلمینیوم برای زیرسازی پوشش‌های ارگانیک مناسب است و فولاد با پوشش حلبِ سربی برای سقف، پوشش‌های ضدزنگ و ترکیب مقاوم در برابر پیل قطبی مناسب است.

فولادی که برای محیط شیمیائی سخت مناسب است، فولاد با پوشش مواد آلی از جمله PVC است. فولاد ساختمانی با مقاومت ارتجاعی ٢٤٠٠ $\frac{kg}{cm^2}$ و طول نسبی گسیختگی ۲۰ درصد است. فولادهای نرمه و فولاد با کربن متوسط به علت مقاومت قابل توجه توأم با نرمی، در

کارهای ساختمانی و صنعتی مصرف زیادی دارند. رنگکاری باید در فاصله ۵ سانتیمتری محل جوش قطع شده و بعد از جوش ادامه یابد.

مقاطع فولادی:

مشخصه فولاد ساختمانی، حداقل مقاومت نهائی در آزمایش کشش استاندارد بر حسب Mpa یا $\frac{kg}{cm^{2}}$ است و با ST بیان می‌شود. از جمله پروفیل‌های فولادی (IPB, IPE, INP) Z, T, U, I و... است. سری I مقاومت خمشی مناسب دارد. ناودانی (CNP, UNP) مقاومت خمشی کافی نداشته و در تیرهای مشبک و مرکب و جفتی استفاده می‌شود. سپری برای ساخت شیروانی، در، پنجره، اسکلت و سقف کاذب به کار می رود. نبشی هم مانند سپری مورد استفاده قرار می‌گیرد. Z برای زیر سازی و بستن ورق فلزی یا آزسبت در سقف شیروانی استفاده می‌شود. ابعاد متداول میلگرد ساده و آجدار از ۵ تا ۲۲۰ میلیمتر، چهارگوش ٦×٦ تا ۱۵۰ ×۱۵۰ میلیمتر و ٦ ضلعی با بعد ۱۰۳-۱۳ میلیمتراست. حد جاری شدن میلگردها ۲۲۰۰ $\frac{kg}{cm^{2}}$ برای فولاد نرمه، ۳٤۰۰ تا ٤۲۰۰ $\frac{kg}{cm^{2}}$ برای فولاد نیمه سخت و ۵۰۰۰ $\frac{kg}{cm^{2}}$ برای فولاد سخت است. ضریب پواسون فولاد ساختمانی ۰/۳ است. طبقه بندی میلگرد بر اساس حداقل مقاوت مشخصه است و با S نمایش داده می‌شود.

قطعات فولادی:

انواع پیچ‌های فولادی مورد استفاده در ساختمان شامل پیچ پر مقاومت فولادی، پیچ دو سر ساخته شده از فولاد آب دیده و پیچ فولادی باز پخت شده است. مهره ها را عموماً از فولاد، فولاد آلیاژی یا فولاد زنگ نزن می سازند. از سه نوع پرچ در کارهای فولادی ساختمان مانند ساخت و برپایی اسکلت استفاده می‌شود:

۱. پرچ درجه ۱ از جنس فولاد معمولی و فولاد منگنز دار برای کارهای عمومی؛
۲. پرچ درجه ۲ از جنس فولاد معمولی کم آلیاژ با مقاومت زیاد؛
۳. پرچ درجه ۳ پایدار در برابر خوردگی ناشی از عوامل جوی.

واشر همراه پیچ، پیچ دو سر و مهره ها استفاده می‌شود، تا سطح و فضای باربری را افزایش دهد و از سائیدگی جلوگیری کند. در صورت برش ورق‌های فولادیِ با شعله، باید لبه‌های برش، یکنواخت و عاری از ناهمواری‌های بیش از ۵ میلیمتر باشند. در غیر این صورت باید با سنگ زنی و در صورت لزوم توسط جوش تعمیر شود. فولادی را که با وسائل معمولی قابل جوشکاری نیست، فولاد جوش ناپذیر گویند. جوش پذیری میلگرد به روش تولید و ترکیب شیمیاییِ فلز آن بستگی دارد. سه ماده خام اصلی برای تولید فولاد، سنگ آهن، زغال سنگ و سنگ آهک است. اولین قدم برای ساخت فولاد از کوره بخار شروع می‌شود. محصول کوره بخار چدن خام است. آلمینیوم در ساخت فولاد به عنوان یک ماده اکسیژن گیر عمل می‌کند. در فولاد کربنی برای افزایش مقاومت کششی ماده کلمبیوم می‌افزایند.

پس از کربن مهمترین جز آلیاژی در فولاد، منگنز است که اثری مشابه کربن در فولاد دارد. فسفر در فولاد، انعطاف پذیری را کم و مقاومت خوردگی را می‌افزاید. تیتانیوم در فولادِ زنگ نزن مصرف می‌شود. از جمله خواص فولادِ هوا دیده، دوام زیاد در مقابل فساد تدریجی در هواست. نقش کک در مواد اولیه تولید آهن، احیا کنندگی است. محصول اصلی کوره بلند، آهن خام است. با افزایش کربن، ولفرام و کرم، فولاد سخت‌تر می‌شود. ولفرام در فولاد کرنش را می‌کاهد. درصد کربنِ حدی بین فولاد و چدن، ۲ درصد است. هدایت حرارتی سیلسیوم کمتر از منگنز، نقره و آهن است. چدن نورد نمی‌شود.

فلزات غیر آهنی عمده مورد استفاده در ساختمان شامل آلمینیوم، مس، سرب، روی و قلع می‌شود.

آلمینیوم

آلمینیوم از الکترولیز بوکسیت به دست می‌آید، ضد زنگ، سبک و قابل برش است و به آسانی ساخته می‌شود. از جمله معایب آن می‌توان به ضریب ارتجاعی کم، تغییر شکل زیاد و تغییر محسوس در خواص مکانیکی در گرمای بالای ۱۰۰ درجه اشاره کرد. کاربرد عمده آلمینیوم در چارچوب، در، پنجره، نرده، میله و ... است. پس از آهن پر مصرف ترین فلز بوده و حد

گسیختگی آن ۹۲۰ است. نورد سرد، باعث رساندن مقاومت کششی به ۱۷۰۰ $\frac{kg}{cm^{۲}}$ می‌شود. از آلیاژِ پر مقاومتِ آلمینیوم برای قطعات باربر استفاده می‌کنند. آلمینیوم سه روش تولید می‌شود (نورد، کشیدن، حدیده کردن). قطعات آلمینیومی را با پرچ و جوش به یکدیگر متصل می کنند. وزن مخصوص آلمینیوم تقریباً برابر با وزن مخصوص گرانیت، در حدود ۲/۷ $\frac{ton}{m^{۳}}$ و هدایت الکتریکی آن ۶۰ درصد مس است.

از تماس آلمینیوم با مس و آلیاژهای مسی و فولاد سبک برهنه باید اجتناب کرد. ولی تماس با روی و تماس با با سرب در شرایط خشک و فولاد زنگ نزن بی خطر است. آلمینیوم در برابر اسیدها ضعیف و مواد قلیایی آزاد در سیمان پرتلندِ مرطوب برای آن مضر است. در شرایط عادی آلمینیوم خالص مقاوم‌تر از آلیاژهای آن است. نورد سردِ آلمینیوم باعث افزایش مقاومت و کاهش چکش خواریِ آن می‌شود.

پرداخت نهایی فلزات غیر آهنی به روش‌های زیر انجام پذیر است:

الف- روش‌های مکانیکی: ماسه پاشی، برس کاری و جلا دادن؛

ب- آب کاری؛

ج- روکش پرداختی(مانند لاک و الکل)؛

د- لعاب شفاف شیشه‌ای یا میناکاری؛

آنودایز کردن مقاومت آلمینیوم را در برابر خراش و عوامل جوی می‌افزایند. خوردگی فلزات در حرارت‌های بالا سریعتر است. شرایط مرطوب، تماس فلزات با یکدیگر، آلودگی جوی و بخارات گازها خوردگی تخریبی ایجاد می‌کند. آب حاوی ۵۰ در میلیون کربنات کلسیم با منشأ سنگ‌های آهکی، آب سبک و بالای ۳۵۰ واحد، آب سنگین است. اسیدِ آب باران روی مس و سرب اثر تخریبی دارد. رطوبت برای سرب مضر، ولی برای مس بی ضرر است. آهک پر مایه باعث خوردگی آلمینیوم می‌شود و بر سرب و روی اثر کمی‌دارد. نیکل و فولاد نرم نباید درکنار فولاد گالوانیزه، روی یا آلمینیوم باشد.

از زاج و خاکرس هم می‌توان آلمینیوم ساخت. آلمینیوم در ٦۵۸ درجه آب می‌شود و گرما رسانی آن ٤ برابر فولاد است. نباید به آلمینیوم زیاد گرما داد، زیرا خواص خود را گم می‌کند. ورق‌های آلمینیوم برای جلوگیری از نم کشیدن و به عنوان آب بند استفاده می شوند و در ساخت لوله و منبع آب گرم نا مناسب اند. می‌توان با گرد آلمینیوم بتن گازی ساخت. آلمینیوم در رنگ سازی کاربرد دارد. دو گروه اصلی آلیاژهای آلمینیوم، کارشده و ریخته شده است.

مس

خواص مس عبارتند از: قابلیت چکش خواری خوب، نرم بودن، وزن ویژه ۸/۹ $\frac{ton}{m^3}$ ، ذوب شدن در ۱۰۸۳ درجه. مس حدود ۵۰ درصد در صنعت برق و ساخت لوله و ورق استفاده می‌شود. از مس اکسید شده برای لوله کشی، از مس سخت شده برای ورق بام و از مس با هدایت الکتریکی بالا در صنعت برق استفاده می‌کنند. مس سخت شده در برابر هوازدگی مقاوم‌تر از مس اکسید شده است. آبِ مس دار، زنگ زدن فولاد گالوانیزه را تسریع می‌کند. اسید و بازها برای مس مضر بوده و آب دی اکسید کربن دار، حلال مس است.

مس برای سهولت کار با چدن و افزایش مقاومت آلمینیوم به آنها افزوده می‌شود. مس در حالت سرد به آسانی تا می‌شود و نمی شکند. همچنین قابلیت جوش و لحیم کاری دارد. مهمترین آلیاژ مس، برنج است. ترکیب حلب سربی (Tinplate) شامل ۷۵ درصد سرب و ۲۵ درصد قلع می‌شود. برای جلوگیری از زنگ زدن فولاد در آب دریا به آن مس می‌زنند. از میخ مسی برای کوبیدن ورق‌های شیست روی شیروانی استفاده می‌شود.

به طور کلی از مس و آلیاژهای آن در آب بندی، درزبندی، شیرآلات، یراق آلات و لوله سازی استفاده می کنند. هم چنین برای انتقال آب و بخار لوله مسی، مناسب است. لوله مارپیچ آب گرم کن ها از جنس مس است.

مس+ روی = برنج؛

مس+ قلع = برنز؛

برنز+ روی = مفرغ؛

مفرغ+ فسفر = مفرغ فسفری؛

برنج+ مس+ روی+ قلع+ سرب = مسوار؛

مس+ روی+ نیکل = ورشو؛

وزن مخصوص برنز ۸/۵ $\frac{ton}{m^3}$ و وزن مخصوص برنج ۸/۸ $\frac{ton}{m^3}$ است. از برنج، برای زدن سکه و لوله سازی استفاده می‌شود. مس به ازای هر درجه حرارت ۰/۰۱۶ میلیمتر افزایش طول دارد. نام دیگر کربنات مس، مالاخیت است.

سرب

نرم ترین و سنگین ترین فلز صنعتی است. حتی در حالت سرد نیز قابلیت اعمال مکانیکی دارد. با وزن ویژه ۱۱/۳۴ $\frac{ton}{m^3}$ در ۳۲۷ درجه ذوب می‌شود. عایق صوتی و ارتعاشی است و به صورت ورق در آب بندی و به صورت ذوب شده برای اتصال لوله چدنی کاربرد دارد. بالاترین ضریب انبساط و پائین ترین نقطه ذوب را در بین فلزات ساختمانی دارد. سرب به صورت محلول، سمی بوده و اسیدهای آلی یا CO آنرا تخریب می‌کند. ملات سیمانی و بتن در شرایط مرطوب باعث خوردگی آن شده ولی ملات گچی و آهکی اثر مخرب ندارند. ضریب انبساط طولی سرب ۰/۰۲۹ میلیمتر بوده و در مقابل جوهر سرکه و جوهر شوره ضعیف است. مصرف سرب برای لوله آبگرم نا مناسب ولی برای لوله فاضلاب مناسب است. سرب را در سیم‌های برق برای جلوگیری از نشت آب و در محفظه شیشه تار کنی برای ممانعت از خوردگی شیشه توسط HF به کار می برند. بیشترین مصرف سرب در آب بندیِ محلِ بندِ لوله‌های فاضلاب و همچنین استفاده از خاصیت ضد اشعگی آن است. از سرب برای پوشش سقف و آبروی شیروانی استفاده می‌شود. برای جلوگیری از اثر آب، درون لوله‌های سربی را با قلع می‌پوشانند. اسید نیتریک حلال سرب است.

روی

روی با وزن ویژه ۷/۱٤ $\frac{ton}{m^3}$ در ٤۱۹ درجه آب شده و از کربنات روی یا سولفور روی استخراج می‌شود. روی را همراه با دیگر فلزات نباید مصرف کرد. ملات تازه سیمان، آهک و گچ آنرا تخریب می‌کند. برای مقابله با این مشکل، ورق روی را قیر اندود می‌کنند. از روی برای پوشش شیروانی، آبروی بام و رنگ سازی استفاده می‌کنند. روی شکل پذیر، چکش خوار، تا شونده و در حرارت پائین شکننده است. کربنات روی را توتیا گویند. روی در خشکی و دریا مقاوم بوده و در شرایط صنعتی مقاوم نیست، در ۱۰۰ درجه ترد بوده، در ۱۰۰ تا ۲۵۰ درجه از تردی آن کاسته شده و در ۳۰۰ درجه مجدداً ترد و شکننده می‌شود و در ۹۰۷ درجه به جوش می‌آید. ضریب انبساط طولی روی ۰/۰۲۹میلیمتر است و در اثر گرما بیش از سایر فلزات باز می‌شود.

قلع

قلع با وزن ویژه ۷/۳۸ $\frac{ton}{m^3}$ در ۲۳۱ درجه آب شده و در ۲۳٦۲ درجه می‌جوشد. اسید آلی و خوراکی بر آن تأثیر گذار بوده و اسید غیر آلی و قلیایی بر آن بی تأثیر است. HCL آنرا می‌خورد. چند جوشِ قلعیِ لحیم کاری ۹۰ درصد قلع دارد. در سرمای زیر ۱۳/۲ درجه به صورت گرد خاکستری در می‌آید. قلع در مقابل خوردگی به شدت مقاوم است و در حالت سرد می‌توان به آن شکل داد و لحیم کرد. برای پوشش کمتر از روی مصرف می‌شود.

نیکل

نیکل با وزن ویژه ۸/۸۵ سخت، رباینده آهن و پایدار در برابر اثرات جوی و قلیایی است. مقاومت آلیاژ نیکل و فولاد بیش از مقاومت فولاد است. نیکل و منیزیم در ساخت آلیاژ یا به عنوان پوشش مصرف می‌شود.

کروم

با وزن مخصوص ۶/۹ $\frac{ton}{m^3}$ سخت و در برابر پوسیدگی مقاوم بوده و برای آبکاری قطعات فلزی و ساخت فولاد ضد زنگ به کار می رود.

تیتانیوم

تیتانیوم در برابر خوردگی بسیار مقاوم است و مقاومت مکانیکی خوبی دارد. در برابر آب دریا، اسید نیتریک و یون کلر مقاوم است. به راحتی شکل پذیر نیست و میل به لوله‌ای شدن دارد. برای نماسازی و جوشکاری در محیط بدون فشار به کار می رود.

منیزیم

با وزن ویژه ۷/۷ $\frac{ton}{m^3}$ در ۶۵۰ درجه آب می‌شود. ضریب انبساط طولی آن ۰/۰۲۵ میلیمتر است و از آن برای آتش‌بازی استفاده می کنند. دربرابر اسید ها ضعیف و در برابر قلیاها مقاوم است و خاصیت برق رسانی اندکی دارد.

پنبه کوهی

پنبه نسوز یا پنبه کوهی نام گروهی از کانی‌های الیافی شکل است. پنبه کوهی باعث مسلح شدن سیمان و ایجاد محصول مقاوم در برابر کشش، تا و خمش می‌شود. ضریب هدایت حرارتی آن کم بوده و مقاومت بسیار بالا در برابر هجوم نمک‌های محلول دارد و همچنین ضد آب و ضد یخبندان است.

از جمله معایب پنبه کوهی شکنندگی و تابدار شدن در اثر رطوبت است. محصولات اولیه برای تولید شامل پنبه کوهی کریزوتایل و سیمان پرتلند است. از ۱۰ تا ۲۰ درصد پنبه کوهی و ۸۰ تا ۹۰ درصد سیمان ساخته می‌شود، به عبارت دیگر میزان مصرفی مواد اولیه بر حسب وزن حدود ۷-۳ وزن پنبه کوهی، ۱ وزن سیمان پرتلند و ۱۰ برابر آب بتن سیمانی، آب مورد نیاز است و به سه روش تر، خشک و نیمه خشک تولید می‌شود.

روش تر، رایج ترین روش تولید است. سیمان آزبستی که از محصولات پنبه کوهی است سخت و شکننده و غیرقابل اشتعال است و در مقابل ضربه مقاومت کمی‌دارد.

ورق‌های موجدار پنبه کوهی- سیمان را در بام‌های با شیب حداقل ۱۵ درجه و با هم پوشانی نهایی ۱۵۰ میلیمتر و هم پوشانی جانبی یک موج بکار می‌برند. به جای بخشی از سیمان (که ماکزیموم ۷۵ درصد است) در انواعی از ورق پنبه کوهی- سیمان از گرد سیلیس استفاده می‌کنند، که در این صورت با دمای ۱۸۰ درجه و بخار (اتوکلاو) آنرا عمل می‌آورند.

پنبه کوهی به صورت شش نوع کانی در طبیعت وجود دارد. کانی کریزوتایل عمده ترین کانی پنبه کوهی، سفیدرنگ و از کانی‌های سرپانتینی است. ۹۳ درصد محصول جهانی آزسبت، کریزوتایل (سیلیکات آبدار منیزیم) است. از جمله خواص آن تاب زیاد، خاصیت خم شوندگی مناسب، مقاوم در برابر الکتریسته، گرما، آب و قلیاست. کریزوتایل سطح ویژه بالایی دارد.

نوع دیگری از کانی‌های پنبه کوهی، آموزایت است که زرد رنگ بوده و در برابر گرما، قلیا و نیز اسید مقاوم، ولی شکننده‌تر از کریزوتایل است. کانی دیگر کروسیدولایت با رنگ آبی بوده که

نسبت به کریزوتایل پایداری کمتری در برابر آتش دارد و در برابر اسید و باز مقاوم است. به جز کریزوتایل بقیه از نوع کانی‌های آمفوبیل هستند. نام دیگر پنبه کوهی- سیمان، اترنیت است.

برای ساخت ورق آزبستی از پنبه کوهی و برای ساخت لوله آزبستی از پنبه کوهی سفید و آبی استفاده می‌شود. در هر ٦ متر مکعب دوغاب پنبه کوهی و سیمان، یک تن مخلوط پنبه کوهی و سیمان وجود دارد. پنبه کوهی در واقع نسوزیست که برای گرمابندی مصرف می‌شود. در کاشی وینیلی پنبه نسوز پرکننده است. در ساخت ورق موجدار آزبستی به ورق‌های صاف به کمک مکش موج داده می‌شود. برای عمل آوری ورق آزبستی آنها را در هوای پر از بخار ٤٥ تا ٥٠ درجه قرار می‌دهند.

برای تهیه محصولات رنگی آزبست می‌توان آنها را در رنگ فرو برده یا به مواد اولیه آن مواد معدنی رنگی افزود یا اینکه با رنگ ضدقلیا آنها را رنگ کرد. محصولات پنبه کوهی- سیمان مقاومت فشاری و کششی بالایی ندارند. تغییرات مجاز در ضخامت ورق‌های صاف آزبستی ۱۰ درصد است. حداقل خستگی خمشی مجاز در ورق فشرده نشده ١٦ مگا پاسکال است. نمایان شدن اثر آب در سطح زیرین ورق آزبستی بلا اشکال است. ورق آزبستی باید حداقل ۲۵ دوره یخبندان را تحمل کند.

آزمایش اجباری برای لوله آزبستی، آزمایش فشار هیدرولیکی است. پنبه کوهی در محصولات آزبستی استخوانبندی محصول است. میزان مجاز گرد پنبه کوهی در پنبه کوهی آسیاب شده ۱۰ درصد است. میزان انتقال حرارت محصولات آزبستی $\frac{۱}{۳}$ بتن سیمانی است. نسبت وزنی پنبه کوهی در ورق آزبستی ۱۱ تا ۱۵ درصد و در لوله آزبستی ۱۳ تا ۱۷ است.

جدا کردن لوله آزبستی از قالب یا با جریان الکتریسته یا دمیدن هوای فشرده انجام می‌شود. وزن ویژه ورق آزبستی ١/٦ تا ١/٨ $\frac{ton}{m^3}$ و لوله آزبستی ١/٩ تا ١/٢ $\frac{ton}{m^3}$ است. ورق موجدار با اندازه ٤٢ میلیمتر را بزرگ، ۳۰ تا ٤٢ میلیمتر را میانه و ۱۵ تا ۳۰ میلیمتر را کوچک گویند. آب بندی در ورق‌های آزبستی در مجاورت باد با ماستیک انجام می‌شود. آزسبت محصولی است از پنبه کوهی با فرمول سیلیکات منیزیم و کلسیم.

مصالح نازک کاری

در انتخاب مصالح نازک کاری توجه به موارد زیر مهم است:

کاربری، جمعیت بهره بردار، اقتصاد، سرعت اجرا، نگهداری، نحوه استفاده از پوشش و جنس زیرسازی.

روش‌های اصلی کف سازی

الف. کفسازی در جا: این نوع کفسازی غالباً سخت بوده و ایجاد سروصدا می‌کند. در صورت صیقلی نبودن گرد و غبار فراوانی جذب می‌کند.

ب. کفپوش توپی: این گروه باید زیرسازی مناسبی داشته باشد. از جمله این کفپوش ها، کفپوش پلاستیکی لینولیوم با مقاومت زیاد در برابر سایش است. برای زیرسازی می‌توان از ملات ۳: ۱ ماسه سیمان با ضخامت ۱۲ میلیمتر روی بتن تازه و ۴۰ میلیمتر روی بتن سخت شده استفاده کرد.

ج. تایل ها و آجرها: ابعاد تقریباً کوچکی داشته و وجود درز در آنها باعث کاهش مقاومت می‌شود، اما در انقباض و انبساط نقش مثبتی دارد. درز هم چنین از لغزندگی ممانعت به عمل می‌آورد.

د. پارکت ها و قطعات چوبی: با ابعاد استاندارد ۲/۵ ×۱۲/۵×۰/۶ سانتیمتر از چوبهای مرغوب مانند گردو، بلوط، افرا، ملچ، ممرز ساخته می‌شوند.

ه. ورقه ها: کاغذهای دیواری، ورقه‌های PVC از این دسته هستند.

روش‌های اصلی پوشش دیوار شامل اندودها، پانل ها، کاشی، موزائیک و رنگ آمیزی است. رنگ آمیزی متداول ترین روش است و پانل ها سرعت اجرایی بالایی دارند.

مصالح نازک کاری شامل سنگ، بتن، موزائیک، آجر، آجرماسه آهکی، سرامیک، سرامیک موزائیکی، کاشی لعابی، مواد پلاستیکی، پوشش دیواری پلاستیکی، کفپوش قیری، فلزات، چوب و بافته ها است.

انواع مصالح نازک کاری

در مورد بتن مصرفی برای کفپوش، مقاومت در برابر سایش مهم است و باید اسلامپ بتن کم باشد، تا شیره رو نزند، زیرا شیره در برابر سایش و ضربه ضعیف است و از مرغوبیت بتنِ کفپوش می‌کاهد.

موزائیک متداولترین کفپوش در ایران است که با ابعاد چهارضلعی ۵۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر و ضخامت ۲۰ تا ٤۰ میلیمتر تولید می‌شود. آجرِ سیمانی نوعی موزائیک از ملات ماسه سیمان است که برای انبار یا زیرسازی موکت و پارکت استفاده می‌شود. موزائیک فرنگی نیز نوعی موزائیک با رویه سیمان رنگی یا سفید و سنگ‌های آذرین یا آهکی رنگی است. سرامیک مخلوطی از خاکرس و لعاب، با ابعاد چهارضلعی ۷۵ تا ۳۵۰ میلیمتر و ضخامت ۱۲ تا ۳۰ میلمتر است که نوع ضد اسید آنرا در کارخانه ها و آزمایشگاه ها استفاده می‌کنند. کاشی لعابی با ضخامت ٤ تا ۱۲ میلیمتر تولید می‌شود.

مواد پلاستیکی نازک کاری به ۳ دسته موزائیک پلاستیکی، روکش ٦ تا ۱۲ میلیمتری پلاستیکی و وینیل تایل تقسیم بندی می‌شود. موزائیک پلاستیکی موزائیکی است که در آن به جای خمیر سیمان از خمیر رزین اپوکسی برای چسبندگی دانه ها استفاده شده است. وینیل تایل یا کاشی وینیلی در برابر چربی، روغن، بسیاری از اسیدها، قلیاها و مشتقات نفتی مقاوم است. مخلوطی از وینیل تایل و رشته‌های فلزی را به عنوان هادی برای اتاق عمل استفاده می‌کنند.

کفپوش‌های قیری به دو دسته ماستیک آسفالتی و تایل آسفالتی تقسیم بندی می‌شوند. ماستیک آسفالتی شامل ٦۰ لیتر قیر، ۵۰ کیلوگرم سیمان، ۷۰ لیتر ماسه شسته و شکسته و ۱٤۰ لیتر شن ریزدانه با ضخامت ۱۲ میلمتر است. این محصول مقاومت مناسبی در برابر آتش دارد. تایل آسفالتی شامل قیر، پنبه نسوز و پلی استایرن است. پلی استایرن با ضخامت ۳ تا ۵ میلیمتر برای

افزایش مقاومت استفاده می‌شود. مقاومت تایل آسفالتی در برابر اسیدهای آلی و حلال‌های صنعتی کم است و بهتر است در محیط‌های صنعتی استفاده نشود.

از جمله دیگر مصالح نازک کاری سنگ ها هستند. سنگ‌های آذرین ساختمانی بیشتر از نوع گرانیت و دیوریت، سنگ‌های رسوبی ساختمانی از نوع آراگونیت، تراورتن، مرمریت و ماسه سنگ و سنگ‌های دگرگونی ساختمانی از نوع مرمر و شیست هستند.

نکاتی در مورد مصالح نازک کاری

تاب فشاریِ بتنِ کفسازی درآمد و شد سبک ۲٤۰ $\frac{kg}{cm^{۲}}$ است که از سنگدانه‌های کوارتز و گرانیت بلوری در آن استفاده می‌شود.

تاب فشاریِ بتنِ کفسازی در آمد و شد سنگین ۳۱۰-٤۸۰ $\frac{kg}{cm^{۲}}$ است که سنگدانه‌های سیلیس، تراپ و سنگ سمباده در آن استفاده می‌شود.

عامل مهم در پایداری بتنِ کف، سنگدانه ها هستند، زیرا مقاومت سیمان حتی با تاب زیاد در برابر سائیدگی و ضربه ناچیز است. در بتن کفسازی می‌توان از سنگدانه‌های آهنی با مقاومت ۲/۵ تا ۱۰۰ $\frac{kg}{cm^{۲}}$ استفاده کرد. برای پرداخت رویه از ماسه چوبی یا چوب پنبه‌ای برای جلوگیری از سرخوردن استفاده می‌شود. برای شستن خمیر سیمانی کاملاً گرفته شده، از محلول رقیق اسید کلریدریک استفاده می‌شود.

موزائیک شامل دو لایه است. در لایه روئی خرده و نرمه و گردسنگ با سیمان بیشتر و در لایه آستر ریزدانه نخودی با سیمان و آب کمتر استفاده می‌شود.

سیمنت تایل نوعی موزائیک است که با ملات پرآب یکنواخت به کمک لرزش ساخته می‌شود. معمولاً رویه را نمی سایند. سرامیک بدون لعاب را از راه پرس کردن و اکستروژن شکل داده و می‌پزند. ضخامت سرامیک موزائیکی ٦ میلیمتر است.

خمیر رزین اپوکسی شامل رزین، دی اکسید تیتانیوم، گردسیلیکات کلسیم، رنگینه و ماده افزودنی عمل آورنده است. کفپوش چوب پنبه‌ای یا لینولیومی شامل رزین، گردچوب، گردچوب پنبه و روغن بزرک است که روغن بزرک در آن نقش چسباننده دارد.

سطح سنگ‌های ساختمانی را صیقلی، تیشه‌ای و یا چکشی می کنند. اسلیت را که رس دگرگون شده است، می‌توان به ضخامت ٦ میلیمتر برید و به آن سنگ لوحه گویند. در کفسازی بتنی دو لایه، لایهٔ آستر باید کاملاً خشن رها شده تا چسبندگی با لایهٔ رویه فراهم شود. افزودن اکسید آلمینیوم و سیلیکون کاربید به کفسازی بتنی متداول است. افزودن سنگدانه فلزی به کفسازی موجب ضد جرقه شدن آن می‌شود. قشر آستر کف بتنی پیش ساخته از بتن معمولی ریزدانه است.

موزائیک نوعی بتن است که سطح آن سائیده می‌شود و دارای ظاهری خالدار است. موزائیک را به دو روش درجا و پیش ساخته اجرا می‌کنند. برای ساخت موزائیک ابتدا ملات رویه را در قالب می‌ریزند و آن را با پرس می کنند. سیمنت تایل نوعی موزائیک فرنگی است.

دانه سنگی رویه موزائیک از خرده سنگ سفید و رنگی، مرمر و مرمریت است. سرامیک موزائیکی نوعی سرامیک زیر لعابدار یا بدون لعاب است. کاشی لعابی، نوعی سرامیک نازک با لعاب شیشه‌ای است. سرامیک را به سه روش خمیری، پرس نیمه خشک و گِلِ شل در قالب گچی قالب گیری می کنند. مخلوط سرامیک و عناصری فلزی را سرمت گویند.

ارتن ور یا سفالینه (نوعی سرامیک پوک با یک لعاب بی رنگ شفاف) تراکوتا (نوعی سرامیک خشن با پوکی متوسط و بدون لعاب) پرسیلین (سرامیکی سفیدرنگ و تا حدی نور گذران) است. تالک در سرامیک نقش مقاوم کننده را دارد. شبه چینی محصولی بین ارتن ور و پرسلین است.

نکات بیشتر در مورد سرامیک و کاشی در بخش آجرها و بلوک ها به تفصیل آورده شده است.

چینی الکتریکی متشکل از ۲ قسمت خاکرس، ۱ قسمت کوارتز و ۱ قسمت فلدسپات است.

از جمله لعاب‌های کدر برای سطح کاشی، اکسید روی، اکسید تیتانیوم و اکسید قلع است.

زیرلعاب، لایه‌ای از رس سفید بوده که زیرِ لعاب برای کدر نشان دادن آن استفاده می‌شود. نقوش سرامیک می‌تواند در زیر لعاب، روی لعاب و میان لعاب باشد.

نام دیگر روی لعاب، ماجولیکا است. از جمله ویژگی‌های لعاب نمکی، ارزان بودن، نازک بودن و یکسان بودن ضریب انبساط با سرامیک است.

۱۰۰ کیلوگرم رزین در خمیر رزین برای چسباندن ٤٥٠ کیلوگرم خرده مرمر کافی است. روکش پلاستیکی متشکل از رزین اپوکسی آبکی، رنگینه و ماده سخت کننده است. کاشی وینیلی از یک لایه وینیل بر روی یک آستر خم شو ساخته شده است. وینیل تایل یا کاشی وینیلی به اشکال مربع، مربع مستطیل، رولی، توپی و نوارهای طولی در بازار موجود بوده که در برابر چربی، روغن، اسید، باز و مشتقات نفتی مقاوم است. وینیل تایل آزبستی متشکل از رزین وینیلی، ترموپلاستیک، مواد روان کننده، مواد پایدار کننده، مواد پرکننده و رنگینه است که مواد آزبستی در آن نقش پر کننده دارد.

کفپوش وینیلی فوم دار چهار لایه دارد، که لایه آستر در آن یک لایه اسفنج وینیلی است.

در کفپوش وینیلی فوم دار نقش تأمین پایداری و تاب برعهدهٔ یک لایه پارچه فایبرگلاس است. چهار لایه کفپوش وینیلی شامل وینیل شفاف، پلاستیک وینیلی نقش دار، فایبرگلاس و اسفنج وینیلی با ضخامت کلی ٤ میلیمتر است.

بافته‌های نازک پلاستیکی که کاربردی مانند کاغذ دیواری دارند از وینیل تهیه می‌شوند. کفپوش‌های لاستیکی را معمولاً از لاستیک مصنوعی می‌سازند، زیرا خطر اکسید شدن آنها کمتر است. کفپوش‌های لاستیکی نرم، انعطاف پذیر، جاذب نسبی صوت بوده و تحت فشار تولید می‌شود. کفپوش نواری چوبی را از کاج نرم چوب تولید می‌کنند. پارکت را از تکه‌های سخت چوب می‌سازند.

بلوک چوبی نوعی پارکت ضخیم است که به کمک آسفالت ماستیک بر روی کفسازی نصب می‌شود. کفپوش لینولیوم و کاشی چوب پنبه‌ای را از چوب پنبه می‌سازند. کاشی چوب پنبه‌ای کفپوشی است که برای گیرش، رزین آنرا می‌پزند و قبل از پختن آنرا می‌فشرند. کفپوش نساجی شامل دو دسته پرزدار و بدون پرز است. آسفالت ماستیک متشکل از امولسیون قیر، سیمان، ماسه

و شن ریز بوده که امولسیون آن از نوع رسی است. به عبارتی می توان گفت آسفالت ماستیک، نوعی کاشی آسفالتی متشکل از فیبر آزبستی، چسباننده قیری و مواد رنگی است که در برابر آب پایدار، ولی در برابر اسید آلی و حلال نفتی غیرپایدار است. آجر ماسه آهکی در برابر یخ زدگی، سایش و رطوبت مقاوم و در برابر ضربه ضعیف است. اضافه کردن تار شیشه یا خمیر کاغذ به گچ در تخته گچی برای مسلح کردن آن، مواد کفزا برای سبک شدن، ماده خمیری برای جلوگیری از ترک و کاغذ کرافت به عنوان پوشش برای مسلح کردن است.

مصالح عایقکاری رطوبتی، حرارتی، صوتی

مصالح عایقکاری رطوبتی

سه قسمت بام عبارتند از:

۱. قسمت باربر یا استخوان بندی مشتمل بر قاب ها و تیرهای اصلی و فرعی.

۲. پوسته صلب داخلی که به قسمت باربر متصل شده و بار لایهٔ روئی را تحمل می‌کند.

۳. لایه خارجی که در معرض عوامل جوی است و نقش آن آب بند کردن بام بوده و بام پوش نام دارد.

از جمله مصالح عایق رطوبتی، خاکرس، مواد قیری و قطرانی، فرآورده‌های پنبه کوهی-سیمان، فلزات و آلیاژها، سفال بام، مواد پلاستیکی و لاستیکی، ملاتهای ویژه، چوب و گونی است.

خاکرس بنتونیت دار از جمله مصالح مناسب برای عایق رطوبتی است. وجود کاه از ترک خوردن ممانعت به عمل می‌آورد. همچنین افزودن آهک به خاکرس باعث کاهش انقباض و انبساط ناشی از خشک و تر شدن می‌شود. (شفته آهکی) شفته آهکی که برای شیب بندی استفاده می‌شود، آب بند هم هست.

خاکرس همراه با مواد قیری برای سطوح قائم استفاده می‌شود. مواد قیری را همراه با الیاف و بافته ها در لایه نم بندی قرار می‌دهند که در آن به علت وجود الیاف ترک ریز ایجاد نمی‌شود. برای محافظت عایق رطوبتی نمایان قیری، از ماسه ریزدانه یا لایه منعکس کننده استفاده می‌کنند. قطعات کوچک عایق پیش ساخته جدید را شینگل گویند.

گونی مورد استفاده در قیر گونی باید حداقل ضخامت ۳ میلیمتر را دارا باشد. بعد از ۵ ساعت در دمای ۵۰ درجه ترک نخورد. در کشیدن حداقل به اندازهٔ ۲ درصد طول کشیده شده و پاره

نشود. در خم شدن دور استوانه ۲۵ میلیمتری در دمای صفر درجه ترک نخورد. قیرگونی قیر اندود شده در حرارت ۷۰ درجه به مدت ۲ ساعت نرم نشود. وزن هرگونی قیر اندود به عرض ۱۱۷ سانتیمتر حداقل ۳/۲ کیلوگرم باشد.

فرآورده‌های پنبه کوهی- سیمان به عنوان عایق بام به صورت ورقه در بام‌های شیبدار استفاده می‌شود. هم پوشانی این ورقه ها به میزان ۱۰ درصد است. قطعات کوچک و صاف پنبه کوهی- سیمان را به تقلید از سنگ لوح ساخته اند و به آن آردواز گویند که با ضخامت ٤ میلیمتر و هم پوشانی $\frac{2}{3}$ استفاده می‌شود.

شیشه به عنوان عایق به صورت موجدار با ضخامت ۱۰ میلیمتر به عنوان نورگیر و یا به صورت تخت و مسلح با توری فلزی به ضخامت ٦ میلمتر کاربرد دارد. سفال در سقف به عنوان عایق حرارتی بتنی استفاده می‌شود. خاک سفال باید مواد گدازآور کم داشته باشد تا در پخت تغییر شکل ندهد.

مواد پلاستیکی و لاستیکی را به همراه قیر و قطران به عنوان عایق رطوبتی مصرف می‌کنند یا برای تقویت عایق کاری کاربرد دارد. از امولسیون قیر برای تعمیرات استفاده می‌کنند. از جمله ملات‌های ویژه به عنوان عایق رطوبتی از مخلوط مواد آب بند و ماسه و مواد پلیمری می‌توان نام برد.

مصالح عایقکاری حرارتی

وجود حفره در پوسته به عرض ۲۰ تا ۵۰ میلیمتر مقاومت حرارتی آنرا افزایش می‌دهد. از جمله مصالح عایقکاری می‌توان به مصالح انباشته به صورت آزاد، پتویی، توپ، قطعه، تخته عایق، بلوک عایق، عایق منعکس کننده، پاشیدنی، کف‌های تزریقی و عایق‌های موجدار نام برد.

انواع عایق حرارتی:

۱. عایق انباشته به صورت آزاد: شامل دو دسته بوده که به صورت رشته‌ای و یا دانه‌های سبک است. رشته‌ای مانند پشم سنگ، پشم شیشه، پشم سرباره و الیاف گیاهی مانند پشم چوب.

دانه‌های سبک مانند مواد معدنی منبسط شده، پرلیت، ورمیکولیت، خاکرس یا خرده چوب پنبه. این نوع عایق برای مکان فاقد شکل هندسی و داخل ملات مناسب است.

۲. عایق پتوئی از پشم سنگ، پشم شیشه، پشم سرباره، پشم چوب و پشم حیوانات در ضخامت‌های مختلف تا ۱۰۰ میلیمتر با یک لایه محافظ از آلمینیوم یا کاغذ کرافت ساخته می‌شود.

۳. عایق قطعه‌ای مشابه عایق پتوئی بوده که با طول محدود و ضخامت ۱۸۰ میلیمتر است. این عایق به راحتی در قاب نصب می‌شود.

٤. تخته‌های عایق از مصالحی مانند نی، پشم سنگ و چوب تهیه و در پوشش درونی و بیرونی دیوار و سقف استفاده می‌شود.

٥. تاوه یا بلوک‌های عایق به صورت قطعات صلب و از عایق قطعه‌ای کوچکتر است.

٦. عایق‌های منعکس کننده که بخاربند هم هستند. میزان گرمابندی (برعکس سایر عایق ها) به خصوصیات سطح عایق، فاصله هوایی و اختلاف درجه حرارت بستگی دارد. فاصله هوائی حداقل ۲۰ میلیمتر است.

۷. عایق‌های پاشیدنی که مخلوطی است از تارها یا مصالح متخلخل با چسب. مصالح متخلخل مانند آزبست، پرلیت، ورمیکولیت یا پوکه رسی و چسب مانند دوغاب سیمان یا دوغاب گچ. کف پلی اورتان را هم می‌توان به عنوان عایق پاشیدنی مصرف کرد.

۸ عایق کفی در جا یا توده‌های متخلخل از رزین‌های مایع مصنوعی ساخته می‌شود.

۹. عایق‌های موجدار از کاغذ ساخته ، موجدار و بهم چسبانده می‌شود.

مقاومت حرارتی مصالح پوسته ساختمان بستگی به ضخامت، رطوبت و وزن مخصوصِ آن دارد. در مناطق مرطوب علاوه بر عایق حرارتی، بخاربند هم نیاز دارد.

عایقکاری صوتی

اندود صاف یا لیسه‌ای تا ۹۸ درصد از اصواتی را که با آنها برخورد می‌کنند، منعکس می‌کند. صدا به دو گروه تقسیم می‌شود:

۱. صداهای هوائی که از طریق بازشو و ارتعاش دیوار و سقف وارد فضا می‌شود.

۲. صداهای کوبه‌ای یا ضربه‌ای که مستقیماً از راه لرزاندن مصالح سخت به اطاق راه می‌یابند.

مقدار صوت که توسط مصالح جذب می‌شود، بستگی به اندازه، عمق و تعداد حفره‌های مصالح و فرکانس صوت دارد.

انواع مصالح آکوستیک:

۱. عایق‌های صوتی سربی که عایق خوبی هستند. وزن ویژه بالای این دسته از عایق ها شدت صوت را کم می‌کند و نرمی طبیعی آنها موجب کاهش ارتعاشات می‌شود. برای پارتیشن مجاور سقف کاذب مناسب اند.

۲. کاشی ها و صفحات ساخته شده از فیبرهای سلولزی نیز از دیگر مصالح آکوستیک هستند. کاشی‌های سلولزی از تفاله نیشکر ساخته می‌شوند. تایل نیشکر ارزان بوده و از قدیمی ترین مصالح آکوستیک است. ضد آتش نیستند، ولی پیشروی آتش در این تایل ها کم است و نیز جاذب رطوبتند.

۳. کاشی‌های ساخته شده از فیبرهای معدنی که از پشم معدنی ساخته می‌شوند. همچنین از سرباره کوره آهنگدازی (پشم سرباره) تهیه می‌شوند. تایل فیبر معدنی برای راه‌های فرار از آتش و مکانهای تجمع عمومی مناسب است.

٤. کاشی‌های فلزی سوخدار که سوراخ ها با موادی مانند پشم معدنی پر شده اند. این کاشی ها جذب صوت نداشته بلکه به صورت دیافراگمی عمل کرده و صوت در سوراخ ها جذب می‌شود.

اندودهای آکوستیکی شامل دو دسته هستند:

۱. اندودهای گچی با دانه‌های سبک مانند پرلیت و ورمیکیولیت منبسط شده.

۲. اندودهای مشتمل بر فیبرهای معدنی به همراه چسب.

ضریب کاهش صدا برای اندود ۱۲ میلیمتر دستی ۰/٦٥، اندود ۲۵ میلیمتر از همین نوع ۰/۷۵ و برای اندود ماشینی به ضخامت ۱۲ میلیمتر، حدود ۰/۵۵ است. ضریب کاهش صدا برای اندود ۱۸ میلیمتر روی زیرسازی سخت ٦۰ تا ۷۰ درصد، ضریب کاهش صدا برای اندود ۱۸ میلیمتر

روی زیرسازی فلزی ۸۰ تا ۹۰ درصد، ضریب کاهش صدا برای اندود ۳۶ میلیمتر روی زیرسازی فلزی ۸۰ تا ۹۰ درصد و ضریب کاهش صدا برای اندود ۳۶ میلیمتر روی زیر سازی سخت با رنگ ۸۰ درصد است.

انواع مصالح عایقکاری

الف. الیاف معدنی که از خرد کردن سنگهای آتشفشانی تهیه می‌شوند، اشتعال ناپذیر بوده و برای بام‌های شیبدار مناسب اند.

ب. پشم شیشه که تا دمای ۱۲۵۰ درجه را تحمل کرده و مقاومت کششی آنها بیش از مقاومت فشاری و خمشی آنهاست. مواد اصلی پشم شیشه سیلیکات است.

ج. پشم سنگ از جمله سالم ترین و متداولترین مصالح عایق کاری است. از سنگ‌های آذرین تهیه می‌شود، نسوز و تا ٤ ساعت در برابر آتش مقاوم و دمای ذوب آن بیش از ۱۰۰۰ درجه است. بالاترین دامنه کاربرد پشم سنگ ۲۵۰ تا ۸۰۰ درجه (در برخی منابع ٦۰۰ درجه ذکر شده) است. در برابر بخار عایق نبوده، روی فلزات تأثیر نداشته و مقاومت مکانیکی کمی‌دارد.

د. شیشه اسفنجی غیرقابل اشتعال و در برابر آب عایق است.

ه. پرلیت منشأ آتشفشانی دارد. حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد وزنش آب جذب می‌کند. پرلیت غیر قابل اشتعال، در ۸٤۰ درجه نرم شده و در ۱۲۰۰ درجه ذوب می‌شود. پرلیت همچنین عایق صوتی است. به سه شکل خام، منبسط نیمه جامد و منبسط با گچ و سیمان مصرف می‌شود.

و. تخته فیبری، اولین عایق حرارتی است که از فشردن الیاف و پشم نمد تهیه می‌شود. جذب آب داشته و در برابر آتش ضعیف است.

ز. تخته چوب فشرده در برابر رطوبت و پوسیدگی مقاوم است.

ح. پلاستیکها نیز از جمله مصالح عایقکاری است که شامل موارد زیر می‌شود:

۱. پلی استایرن، قابلیت اشتعال بالائی داشته و در برابر آب مقاوم است. استاپروپز نوع سلولی پلی استایرن بوده که حاوی ۹۷ تا ۹۹ درصد هواست. چگالی پلی استایرن ۲۰ تا ۲۵ درصد و ظرفیت حرارتی آن ۰/۳۳ است.

۲. پلی یورتان و پلی ایزوسیانورات بهترین عایق حرارتی بوده و در برابر آتش مقاومند.

۳. پلی وینیل کلراید نیز از جمله عایق‌های حرارتی و مقاوم در برابر آتش است.

٤. ابونیت که از اشباع لاستیک سخت ساخته می‌شود.

۵. فرم آلدئید که در برابر آتش مقاوم و در برابر فشار ضعیف است.

٦. کف‌های یوری فرم آلدئید که مقاومت کمی‌در برابر آب دارند.

ضریب هدایت حرارت در محیط مرطوب ۲۵ برابر محیط خشک است. پشم چوب و خرده کاغذ نم کش هستند.

***

نکاتی در مورد مصالح عایقکاری

عایقکاری رطوبتی بدون اینکه رطوبت به شکل آب وجود داشته و یا تحت فشار باشد را نم بندی گویند. پی ساختمان را نم بندی و بام را آب بندی می‌کنند. خاکرس از جمله مصالح بسیار آب بند است. دلیل استفاده از الیاف و بافته ها در عایقکاری رطوبتی ممانعت از ایجاد ترک‌های ریز است. محافظت عایق رطوبتی نمایان قیری با رنگ‌های روشن، منعکس کننده و ماسه ریزدانه سفید مناسب است و گونی برای این امر مناسب نیست.

قطعات کوچک عایق‌های رطوبتی پیش ساخته را شنیگل گویند. در عایق کاری رطوبتی با ورق موجدار آزبستی روی هم افتادگی لبه ورق ها ۱۰ تا درصد مجاز است. ضخامت آردواز ٤ میلیمتر و در موقع نصب $\frac{2}{3}$ سطح هم پوشانی لازم است.

از جمله محاسن بام پوش سفالی، عایق حرارتی بودن، دوام و سهولت در تعویض و از جمله معایب آن سنگینی است و روش تولیدی مشابه آجر دارد. مواد پلاستیکی و لاستیکی به صورت مخلوط با مواد قیر و قطرانی در ساخت عایقکاری رطوبتی، تعمیرات و تقویت لایه عایق به کار می روند. ماسه به همراه چسب پلیمری و مواد آب بند تشکیل نوعی ملات می‌دهد که به عنوان عایق رطوبتی کاربرد دارد. هدایت حرارتی یک جسم به وزن فضایی، رطوبت و تخلخل آن بستگی دارد.

گرد و غبار در محل هایی که تلفات حرارتی بیشتر دارد، جمع می‌شود. مصالح عایق حرارتی عموماً از مواد سبک ساخته می‌شوند. ساده ترین عایقکاری حرارتی تعبیه فاصلهٔ هوایی بین دو جدار یک عضو ساختمانی است. برای مکانهای غیرقابل دسترس عایق پاشیدنی مناسب است. نام دیگر خاکرس منبسط شده هایدیت و نام دیگر ورمیکولیت، زونولیت و نام دیگر پلی آمید، نایلون است.

چسب ها، سیلرها و درزبندهای ساختمانی

۱. چسب ها

از جمله چسب‌های طبیعی می‌توان به قیر و صمغ درختان اشاره کرد. چسب ها دارای ویژگی هم چسبی یا دیگر چسبی هستند. نخستین چسب ضد آبی نیتروسلولز است. سریشم ماهی نیز نوعی چسب است.

۲. سیلر

ماده‌ای برای پرکردن سطح مصالح مختلف به منظور جلوگیری از نفوذ آب و فرار رطوبت داخلی است. سیلرها چسبنده بوده و قیر آبکی نوعی سیلر است. سیلر را به منظور جلوگیری از نفوذ آب به داخل بتن و به عنوان آستر (پراپمر) برای کف پوش به کار می برند. سیلر باید الاستومر باشد، تا در جابجائی ساختمان خراب نشود.

پلیمر پلی سولفاید نوعی سیلر است که برای سطح دیوار شالوده، بین دو لایه بتن کف، روی دال‌های سقف، به عنوان آب بند کننده استخر و زیر لایه‌های درزپوش به کار می رود.

سیلیکات کلسیم (آب شیشه) نوعی سیلر است که داخل مخازن بتنی نگهداری مایعات را با آن اندود می‌کنند. ترکیبات گوناگون واکس ها به شکل امولسیون برای بتن تازه نیز نوعی سیلر است که در مجاورت هوا اکسید شده و به صورت لایه روی بتن را گرفته که موقتی است و با ادامه اکسیداسیون یا رفت و آمد فرو می‌ریزد. سیلر روغنی و تربانیتی و سیلرهای پلاستیکی برای سطوح چوبی استفاده می‌شوند. محلول‌های رقیق چسب‌های حیوانی و کازئینی برای سطوح اندود و تخته گچی قبل از رنگ آمیزی به کار می‌روند. سیلرهای رزین اپوکسی برای سطوح بتنی، چوبی، موزائیک کهنه قبل از اجرای کف پوش جدید و کار تعمیراتی بتن استفاده می‌شوند.

۳. درزبندها

برای پوشاندن دوعضو مجاور هم به کار می‌رود که به منظور آب بندی و هوابندی مصرف دارد. زاموسقه نوعی درزبند برای شیشه بری است.

درزبند شامل موارد زیر است:

الف. ماستیک: شامل خمیر ساخته شده از روغن برزک (کتان)، بتانه روغن برزک ایزوبوتلین، بتانه شیشه بری (زاموسقه)، قیر و درزبندهای پلی بوتن است. قیر و پلی بوتن اکسید نمی شوند و برای زیر درزپوش، نقاط گم و محل روی هم افتادگی درز پوش ها مناسبند.

ب. درزبند یک بخشی: برخی برای چسبیدن به شیشه نیاز به پرایمر دارند و بعضی ندارند. ز این گروه، پلی سولفاید در برابر اغلب حلال ها و سوخت ها مقاوم است. سیلیکون ها درزبندی‌های نرم به وجود آورده که در حرارت پایدار اند. درزبندهای اورتان در مقابل سایش و مواد شیمیائی مقاوم اند.

ج. درزبند محلول: تحت واکنش شیمیائی قرار نمی‌گیرند. با تبخیرِ حلال می‌گیرند و حین خشک شدن جمع می‌شوند.

د. درزبند دو بخشی: با نام دیگر دوقلو بر پایه سولفاید و اورتان هستند. از دو بخشِ ماده اصلی و تندگیر کننده تشکیل شده اند. بلافاصله قبل مصرف این دو را مخلوط می‌کنند. اگر بخواهند این نوع درزبند را بعد از مدتی مصرف کنند، بلافاصله آنرا پس از مخلوط تا ٤٠- سرد کرده و در ۳۰- درجه نگهداری می‌کنند. نرم ترین درزبند را در محل کم تنش با جابجائی زیاد استفاده می‌کنند. درزبند با نرمی متوسط را برای محل در معرض لرزش و سخت ترین درزبند را برای محل هایی که در معرض سایش هستند، مصرف می‌کنند.

ه. درزبندهای نرم (خم شو) پیش ساخته: از لاستیک طبیعی یا مصنوعی، پلی وینیل کلراید یا سایر پلاستیک ها ساخته می‌شود.

و. درزبند پیش ساخته ساختمانی: از لاستیک طبیعی یا مصنوعی ساخته می‌شود. نئوپرن به علت فنری بودن رایج ترین مواد مصرفی در این نوع درزبند است.

پوشش‌های محافظ و زینتی

A. رنگ ها

برای تمیز کردن سطوح از موادی مانند صابون، حلالِ پاک کننده و یا ابزار مانند برس، کاردک، کاغذ سمباده، دستگاه سنت پلاست استفاده می‌شود. همچنین می‌توان از پرایمر (آستر) استفاده کرد. پرایمرها نخستین پوشش به منظور جلوگیری از تغییر رنگ و رنگ پریدگی هستند.

انواع پرایمر برای سطوح مختلف:

برای سطوح مختلف از پرایمرهای متنوعی استفاده می‌کنند که به شرح زیر است:

- سطوح آلومینیومی باید به پرایمر کرومات روی آغشته شوند و نباید روی آنها رنگ سربی استفاده کرد.
- در مس لایه نهایی مانع از اکسیداسیون بعدی می‌شود و نیازی به پرایمر نیست.
- اگر رویِ فلزات گالوانیزه از اسید استیک رقیق استفاده شده باشد، می‌توان آنرا با هر پرایمری آسترکاری کرد، در غیر این صورت باید پرایمر مخصوص فلزات گالوانیزه مصرف نمود.
- برای سطوح اسکلت فولادی، پرایمر اولئورزینی مناسب است.
- برای سطوح خارجیِ اسکلت فولادیِ در معرض عوامل جوی و یا فولاد مدفون در بتن، باید آلکید عادی محتوی برنج مصرف کرد.
- برای فولاد در معرض مواد شیمیائی، تعریق و بخارِ شدید، پرایمر با خشک شوندگی زیاد (مانند پرایمر اپوکسی (ویژه فلزات) حاوی سرنج) مناسب است.
- سطوح فرآورده پنبه کوهی با پرایمر ضد قلیا مثل پرایمر حاوی لاستیک مصنوعی آغشته می‌شود.

- سطوح قیری به پرایمری نیاز دارند که از روزدن قیر به سطوح بالائی جلوگیری کند. شلاک ها مناسبند زیرا لایه شکننده ایجاد کرده که مانع چسبیدن قیر به قشرهای بعدی می‌شوند.

- سطوح بتنی پائین‌تر از کف تمام شده را قبل از رنگ آمیزی آب بندی می‌کنند و بعد از آن پرایمر از نوع رنگ ضدقلیائی لاستیک کلره استفاده می‌کنند.

- برای سطوح بتنیِ بلوک سیمانی خشک و عاری از قلیا قبل از رنگ پرایمری از نوع لاتکس، فیلر یا سیلر لاتکس امولسیونی یا سیلر پرایمر اولئورزینی مناسب است.

- برای سطوح بتنی بلوک سیمانی قلیائی پرایمر ضد قلیا استفاده می‌شود.

- برای سطوح چوبی بسته به نوع چوب:

الف. اگر رویه رنگ یا لعاب باشد، پرایمر از نوع آستر لعاب آلکیدی مناسب است.

ب. برای سطح چوب سخت رگه نزدیک به مواد رنگرزی، پرایمر از نوع مواد رنگرزی مناسب است.

ج. برای سطح چوب رگه درشت نرم، پرایمر از نوع جلای برق آلکیدی که ۵۰ درصد در حلال‌های معدنی رقیق شده مناسب است.

د. برای سطح چوب سخت رگه ی باز (مثل بلوط یا زبان گنجشک) اگر چشمه ها پر باشد، از خمیر طبیعی چوب و اگر چشمه ها پر نباشد از روغن تانگ و برزک استفاده می‌کنند.

ه. در سطوح چوبی کف، اگر رگه ها بهم فشرده باشد، از روغن عمل آمده و اگر رگه ها باز باشد، از خمیر طبیعی چوب استفاده می‌کنند.

و. در سطوح چوبی با رنگ طبیعی پرایمر از نوع اپوکسی پلی استر براق مناسب است.

ز. برای سطوح لعاب زده با نمای مات، پرایمر لعاب آلکیدی که ۲۵ درصد با حلال معدنی رقیق شده، مناسب است.

ح. برای سطوح آجری و سنگی از سیلیکون شفاف استفاده می‌شود.

انواع رنگ ها:

۱. رنگ‌های روغنی: در رنگ‌های روغنی ترکیبات پایه شامل بدنه، مواد پرحجم کننده، حامل، رنگینه، رقیق کننده، خشک کننده و افزودنی هاست.

۱.الف. بدنه رنگ: با وظیفهٔ ایجاد قدرت رنگ آمیزی و پوشاندن سطوح مواد بدنه، از گرد مادهٔ جامد تهیه می‌شود.

رنگ‌های سرب دار در مجاورت گاز هیدروژن سولفوره و تیره می‌شوند. هرچه قدرت نگهداری رنگ بیشتر باشد، خاصیت الاستیسیته افزایش یافته و کمتر آهکی می‌شود.

دی اکسید تیتانیوم به سه شکل آناتاز، روتیل، پروکیت در رنگ سازی استفاده می‌شود، که هر سه در فرمولاسیون رنگ کاربرد دارند. این رنگ، رنگ را بهتر از هر بدنهٔ دیگر نگهداری می‌کند و برای ساختن رنگ در معرض بخار و گازهای حاوی هیدروژن سولفوره مناسب است.

۱.ب. پرحجم کننده ها یا رنگدانه: از نظر شیمیائی بی اثرند. به منظور افزایش حجم و جلوگیری از ته نشینی مواد اکتیو رنگ استفاده می‌شوند.

۱.ج. حامل رنگ: ماده‌ای است که جسم جامد بدنه در آن معلق است. حاوی ۸۵ تا ۹۰ درصد روغن خشک شونده بوده و بقیه، مواد رقیق کننده و خشک کننده هستند. انتخاب حامل رنگ به مکان و طول مدت زمان خشک شدن بستگی دارد. مثلاً روغن بذر کتانِ خام آهسته‌تر از روغن جوشانده خشک می‌شود. روغن تانگ فیلم قوی تری از روغن برزک ایجاد می‌کند و از روغن کتان آب بند کننده‌تر است.

د. رنگینه ها: اگر سفید باشد، رنگینه و بدنه یکی است. رنگینه شامل دو نوع طبیعی و مصنوعی است. قسمت عمده رنگینه ها معدنی اند.

ه. رقیق کننده ها یا تینرها: حلال فرار بوده که به حامل رنگ وابسته اند و باعث جریان یافتن بهتر رنگ می‌شوند، مانند تربانتین. برخی برش‌های نفتی (حلال ها) مانند نفتا و بنزین هم به عنوان رقیق کننده مصرف می‌شوند.

و. خشک کننده ها: نمک‌های آلی فلزات مختلف بوده که به منظور تسریع در اکسیداسیون و سخت شدن به کار می‌روند.

۲. <u>رنگ‌های آلکیدی</u>: به این دلیل آلکیدی خوانده می‌شوند که در فرمولاسیون آنها رزین‌های ساختگی آلکیدی وجود دارد. رنگ‌های آلکیدی در برابر قلیا مقاومت کم و در برابر آب مقاومت زیادی دارند.

برای ممانعت از زرد شدن، از روغن سویا و کرچک به همراه آلکید استفاده می‌شود. رزین‌های آلکیدی، خود به عنوان اصلاح کننده در رنگ‌های دیگر هم کاربرد دارند. بادوام و چسبنده بوده و به رنگ لاتکسی اضافه می‌شوند.

۳. <u>رنگ‌های امولسیونی رزینی</u>(رنگ‌های لاتکس): برپایه امولسیون بوده که تمایل به کف کردن دارند. متیل سلولز باعث بهبود جریان رنگ می‌شود. برای سطوح براق نمی توان از این نوع رنگ استفاده کرد.

٤. <u>رنگ ها با جلای فلزی</u>: متالیک و حاوی رنگینه فلزی و در حامل معلقند. رنگ با جلای آلمینیومی آستر مناسب برای سایر رنگ‌های فلزی است.

۵. <u>رنگ‌های لومینست</u>: نور ساطع می‌کنند. با افزودن مواد فسفری و فلورسنت یا رادیواکتیو به حامل، بدون مواد خشک شونده بدست می‌آید.

٦. <u>رنگ‌های قیری و قطرانی</u>: به صورت امولسیون یا محلول در حلال آلی به رنگ سیاه هستند که اشکال عمده آنها حساسیت به هوازدگی و شکنندگی است. برای اطراف لولهٔ تأسیسات مناسبند.

۷. <u>رنگ‌های ضدآتش</u>: از گسترش آتش جلوگیری می‌کنند. عایق بوده و خاصیت چسبندگی دارند و نسوزند. وقتی داغ می‌شوند، گاز انیدرید کربنیک آزاد می‌کنند که از گسترش آتش جلوگیری می‌کند و غیر ورم کن است.

پوشش نوع ورم کن، علاوه بر ارزش رنگ قبلی تا حدی عایق حرارتی هم است.

۸. <u>پوشش پلی استر– اپوکسی</u>: بدنه سنگین‌تر است. برای محافظت بدنه بتنی استفاده می‌شود.

B. جلاها

همان ترکیب رنگ ها را دارند و شامل جلاهای رزین طبیعی، جلاهای رزین طبیعی اصلاح شده، جلاهای رزین مصنوعی هستند.

C. لعاب ها

هنگامیکه به جلا رنگینه اضافه شود، به لعاب تبدیل می‌شود.

D. شلاک ها

شلاک تنها پوشش مایع محافظتی است که محتوی رزین حیوانی است. رزین محصول ترشح یک حشره هندی به نام لاک است و به سرعت خشک می‌شود. در خارج بنا نباید استفاده شود، مگر بعنوان سیلر روی گره و ترک چوب. شلاک به عنوان قشر پرکننده لکه ها و ماده پرکننده بسیار مصرف می‌شود. عیب اصلی شلاک بی رنگ شدن در زیر نور قوی خورشید و سفید شدن در مجاورت آب حاوی قلیا است.

E. لاک ها

جدیدتر از موارد قبل بوده و هدف از تولید آنها جانشین ساختن به جای جلا برای پوشش‌های شفاف است. بر پایه نیتروسلولز بوده و هیچ حلال ساده‌ای نمی تواند تمام مواد آنرا در خود حل کند.

F. مواد رنگرزی

برای رنگ کردن سطوح چوبی استفاده می‌شود. بر مبنای نوع حلال تقسیم بندی می‌شود.

G. فیلر

در قشر نهائی چوب به عنوان پرکننده و صاف کننده برای جلا یا لاک اس‌لفاده می‌شود. در دو نوع خمیری برای چوب رگه باز و مایع برای چوب رگه بسته تولید می‌شود.

H. سیلر

سطح چوب را یکدست و از جذب مواد قشرهای بعدی جلوگیری می‌کند. سیلر تمایل به نفوذ در فیلر دارد. برای چوب و لایه رنگ چسبندگی ایجاد می‌کند. شلاک به عنوان سیلر مصرف زیادی دارد، ولی تمایل به ترک خوردگی ایجاد می‌کند. سیلر لاکی معمولترین مصرف در زیر روکاری با لاک را دارد و حاوی رزین لاک، روان کننده، حلال و مواد جامد از نوع استارات روی و کلسیم است. سیلر، جلائی مشابه جلای پس برید (محلول) دارد.

I. رنگ‌های سنتی و ارزان قیمت

کم دوام بوده و شامل رنگ لعابی (برای سطوح گچی)، رنگ پنبه آب با دوغاب آهک (برای دیوار خشتی، گلی و آجری)، دوغاب سیمان(برای استحکام دیوار گلی و آجری)، رنگ بر پایه سیمان و رنگ سیلیکات سدیم است.

در کنترل و بازرسی انبار برای جلوگیری از اشتعال باید از چراغ شعله‌ای و مشعل استفاده شود.

پلاستیک

پلاستیک ترکیبی از جسم چسبنده (binder)، پرکننده (filler) (مانند گردهای آلی یا معدنی، رشته نخی، پارچه و ورق) و پلاستیزر (شکل پذیرها) است. عمل پلیمریزاسیون، پلاستیک را چسبنده و پایدار می‌کند.

دسته بندی‌های پلاستیک

گروه بندی پلاستیک ها با توجه به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیائی، مکانیکی و رفتار آنها در برابر گرما به صورت زیر است:

۱. پلاستیک‌های شخ، با کشیدن پاره می‌شوند و شکل خودشان را در برابر تنش بیرونی در گرمای عادی حفظ می‌کنند.

۲. پلاستیک‌های نیم شخ، افزایش درازای پایانی آنها زیاد و افزایش درازای ماندنی شان کم است. این ویژگی را درنقطه –آب شدن بلوری- گم می‌کنند.

۳. پلاستیک‌های نرم، که افزایش درازای پایانی آنها زیاد و افزایش درازای ماندنی آنها کم است و این خاصیت در گرمای عادی کم کم از بین می‌رود.

٤. الاستومر ها که زیر نیروی کششی از شکل می‌افتند و بیشتر دگرگونی شکلی در گرمای عادی به تندی از میان می‌رود.

پلیمرها، از لحاظ ساختار زنجیری دوجورند: کربنی و زنجیره‌های ناهمگن کربن، اکسیژن و عناصر دیگر.

از دید ساختاری پلاستیک ها همگن یا ناهمگن هستند.

پلاستیک متشکل شده است از پلیمر (گران)+ پرکننده (ارزان)+ رنگ + پلاستیزر+ جسم‌های کاهش دهنده سایش + یاری دهنده ها (کاتالیزورها) مثل آهک (کاتالیزورها برای کوتاه کردن زمان سخت شدن پلاستیک ها به کار می‌روند).

در پلاستیک جسم پر کننده به شکل زیر است:

- پرکننده گردی: پلاستیک ها را در برابر اسید و گرما پایدار کرده و سختی و دوام را زیاد می کند.

- پرکننده تاری: پلاستیک ها را در برابر گرما و ضربه پایدار کرده و از تردی و شکنندگی آنها می کاهد.

- پرکننده ورق: پلاستیک ها را در برابر گرما، اسید و اثر مکانیکی مقاوم می‌کند.

گروه بندی پلاستیک ها با توجه به اثر گرما به صورت زیر است:

۱. پلاستیکهای گرمایی thermoplastics: در گرمای زیاد نرم و پس از سرد شدن سخت می‌شوند، مانند قیر، زفت، رزین.

۲. پلاستیک‌های سخت شو thermosetting: نرم بوده یا با گرما نرم می‌شوند. اگر زمان گرم شدن زیاد باشد، سخت شده و سخت باقی می‌مانند. زیرا در اثر گرما و کاتالیزورها تغییر شیمیائی داده و سخت می‌شوند. سر گروه این پلاستیک ها، پلی استایرن است. برخی هم با مواد شیمیائی سخت می‌شوند.

خواص پلاستیک ها

عایق برقی، کم وزن (نصف آلمینیوم)، گرمابند، دارای مقاومت شیمیائی، حجم و ابعاد پایدار، مقاومت در برابر سایش و ضربه، نم نمی‌کشند و تراش می‌خورند.

پلاستیک ها را می‌توان با تارهای شیشه، پنبه نسوز کوهی و فلزها پایدار کرد و در سازه استفاده نمود. در این مورد بیشتر از پلی استر استفاده می‌کنند.

ورق موجدار رنگی یا خودرنگ را با ورق فولادی (آهن سفید) و پنکوسیم (اترنیت، ایرانیت، آذریت، فارسیت) در پوشش سقف شیب دار مصرف می‌کنند. گاهی اوقات ورق پلاستیکی با وزن ویژه $\frac{۱}{۷}$ وزن شیشه جام را به جای شیشه جام مصرف می‌کنند.

پلی پروپلین، پلی کربنات، پلی استایرن را (به دلیل اینکه ابعادشان کم و زیاد نمی‌شود و در برابر ضربه و اثرات جوی و خوردگی پایدارند) به صورت پانل در تیغه ها استفاده می‌کنند. در ساخت پلاستیک کفی، پلی اورتان، رزین فنولی و رزین‌های ونییل مصرف می‌شود. پلاستیک برای گرمابندی زیاد مصرف می‌شود.

ضریب گرماگذارانی پلی استایرن $k = ۰/۲۵$ و وزن ویژه آن ۱۹ − ۷۲ $\frac{ton}{m^۳}$ ، برای پلی اورتان $k = ۰/۱۵$ و وزن ویژه آن ۳۲ $\frac{ton}{m^۳}$ است.

گسترده ترین مصرف پلاستیک ABS در لوله هاست که راحت بریده می‌شود. لوله‌های سخت را با PVC، فلوئوری و اکسید پلی اتیلن و لوله ها خم شو را با پلی اتیلن و ونییل ها می‌سازند. خم شوها چون بلندترند به اتصالات کمتر نیاز داشته و بیشتر مصرف دارند.

وزن ویژه PVC سخت ۱/٤ $\frac{ton}{m^۳}$ و وزن ویژه PVC کفی ۰/۱ تا ۰/٤ $\frac{ton}{m^۳}$ است که برای گرمابندی و صدابندی مصرف می‌شود.

پلی اتیلن PE، برای جوش کردن تکه ها به هم استفاده می‌شود. پلی اتیلن در برابر اسید و قلیا و حل کننده‌های آلی پایدار است و تاب زیادی دارد. لوله‌های PE از PVC بهتر و سبک ترند. وزن ویژه پلی اتیلن ۰/۹۲ $\frac{ton}{m^۳}$ است. چون اشعهٔ فرابنفش آنها را می‌خورد، به آنها دوده می‌زنند.

پلی استایرن PS با وزن ویژه ۱/۰۸ $\frac{ton}{m^۳}$ در برابر عوامل مکانیکی، برق، آب، خورشید و مواد شیمیائی پایدار است. صفحه PS با وزن ویژه ۰/۰٤-۰/۰۱۵ $\frac{ton}{m^۳}$ برای گرما بندی و صدابندی در زیر سقف استفاده می‌شود و تا گرمای ۱۳۰ درجه پایدار و نیز قابلِ جوش است.

PVAC، روغنی و چسبندهٔ نرم است. آنرا در آب پاشیده یا در حل کننده، حل کـرده و بـرای زدن لاک و رنگ و چسباندن استفاده می‌شود یا به بتن اضافه کرده تا حالت بر جهندگی خمیـری بتن را زیاد کند.

گرمابندی و صدابندی

گرمارسانی هر جسم بستگی به وزن ویژه و پوکی و میـزان آب و هـوای درونـی جـسم دارد. گوش انسان فرکانس ۱٦ تا ۲۰۰۰۰ هرتز را می‌شنود. شنیده شدن صدا به بلنـدی صـدا و بلنـدی صدا به فشار آن بستگی دارد.

اجسام عایق گرما و صدا:

۱. پشم سنگ: ضریب گرمارسانی پشم سنگ ۰/۳۵ و نمد آن ۰/۷۵ است. سنگ بازالت را آب کرده و مثل روش ساخت شیشه، پشم سنگ و نمد آن را تولیـد مـی‌کننـد. از تفالـه آهنگـدازی و شیشه هم می‌توان پشم و نمد ساخت.

۲. چوب پنبه، چوب، تخته، گچ، بتن سبک، زغال سنگ، نی (این موارد حتی بـرای پوشـاندن ترک و آب بندی هم مناسبند.

***

رزین‌های فوران (furan) از فورفورال (fur fural) ساخته می‌شوند. فورفـورال از هیـدرولیز اسیدی ضایعات و تفالهٔ ذرت و نیشکر بدست می‌آید.

پلاستیک ها از چنین مواد معمولی و مواد ساده شیمیائی به نام منومر که می‌توانند با امثال خود ترکیب شوند، بدست می‌آیند. از واکنش منومرها زنجیرهای مولکولی تشکیل می‌شود که پلیمر نام دارد. تفاوت در بـین پلاسـتیک‌هـای یـک گـروه ناشـی از تغییـرات وزن مولکـولی و سـاختمان زنجیره‌های مولکولی است. با افزودن نرم کننده هـا، پرکننـده هـا، رنـگ و دیگـر مـواد شـیمیائی می‌توان خواص پلیمر اصلی را اصلاح کرد.

پلاستیک به دو دسته ترموپلاستیک ها و ترموست ها تقسیم می‌شوند:

ترموپلاستیک ها در اثر حرارت نرم و در اثر سرما سخت شده و دارای زنجیره مولکولی خطی اند. تعداد زیاد سیکل گرم و سرد شدن باعث از دست دادن رنگ و نرمی و خواص دیگر در این دسته می‌شود.

نمونهٔ ترموپلاستیک ها: آکریلیک ها، سلوفریک ها، پلی اتیلین، پلی وینیل کلراید (PVC)، پلی استایرن، پلی آلومرها، پلی کربنات ها، پلی ایمید و ...

ترموست ها مولکلول‌های زنجیره دارند که قبل از قالب گیری شبیه ترموپلاستیک ها هستند. اتصالات عرضی در ترموست ها باعث ایجاد ساختار پیچیده و شبکه درهم رفته شده که در این صورت حرارت باعث ایجاد حالت خمیری یا نرم شدن نمی‌شود.

نمونه ترموست ها: آلکیدها، آمین ها (اوره و ملامین فرمالدئید)، دی آلیل فتالات (DAP)، اپوکسی ها، فوران، فنولیکها، پلی استرها و پلی اورتان.

تولید پلاستیک

فرآیند ترکیب منومرها برای تشکیل پلیمرها را پلیمریزاسیون گویند که به دو شکل تراکمی و افزایشی است.

در شکل تراکمی، منومرها از طریق واکنش گروه‌های فعّال با هم ترکیب می‌شوند و معمولاً آب، الکل، اسید کلریدریک به صورت محلول جانبی تولید می‌شود.

در شکل افزایشی، منومرها به صورت سر به سر بهم وصل شده که این تکرار واحدها باعث تشکیل زنجیری با ساختمان خطی می‌شود.

گاهی پلاستی سایزرها(سخت کننده ها) برای تسریع فرآیند، پرکننده ها برای افزایش وزن و حجم، الیاف برای استحکام به مواد اولیه افزوده می‌شوند.

روش‌های قالب گیری پلاستیک

۱. قالب گیری تزریقی: تقریباً تمام ترموپلاستیک ها و بعضی از ترموست ها را می‌توان با این روش شکل داد.

۲. قالب گیری بادی: معمولترین پلاستیک مورد استفاده در روش‌های قالب گیری بادی پلی اتیلن است.

۳. قالبگیری دانه‌های منبسط شونده: برای تولید محصولات سبک از فوم پلی استایرن از این روش استفاده می‌کنند.

٤. قالب گیری فشاری: ساده ترین و معمولترین روش قالب گیری ترموست هاست.

٥. قالب گیری انتقالی: معمولاً ترموست ها به خصوص فنولیک و نیز ملامین، اوره، اپوکسی را با این روش شکل می‌دهند.

٦. قالب گیری چرخشی: بیشتر پلاستیک هایی که با قالب گیری بادی شکل می‌پذیرند، با این روش هم قابل شکل پذیری اند.

۷. شکل دادن توسط قالب: تقریباً تمام ترموپلاستیکها را می‌توان به شکل فوم درآورد. پلی اتیلن، پلی استایرن و PVC معمولترین مواد در این رابطه هستند. از ترموپلاستیک ها می‌توان دو نوع فوم نرم و سخت تهیه کرد.

۸ شکل دادن حرارتی اکستروژن:

برای تولید انبوه محصولات با سطح مقطع یکسان، با روشی مشابه شکل دهی آجرها است.

دو روش عمده برای شکل دهی حرارتی:

- با خلاء، که هوای داخل قالب بسته را خالی و در اثر فشار هوا پلاستیک بر روی قالب کشیده می‌شود.

- فشار بر سطح پلاستیک داغ اعمال کرده، آنرا روی سطح قالب باز کشیده و به سمت قالب فشار می‌دهند. این روش فقط برای ترموپلاستیک هاست.

۹. لایه گذاری: شامل تزریق رزین ترموست، حرارت دادن و سپس سردکردن است. معمولترین محصول با این روش تخته چندلا است.

۱۰. ریخته گری: لوله توخالی، توپر و ورق را با این روش می‌توان شکل داد.

۱۱. نوردکردن: نوعی اکستروژن بین دو غلتک است.

خواص پلاستیک‌ها

شفافیت و عبوردهی نور، مقاومت در مقابل تغییر رنگ، مقاومت خوب درمقابل عوامل محیطی، پایداری ابعادی خوب، سختی، مقاومت ضربه‌ای بالا، مقاومت سایشی، جذب رطوبت کم، انعطاف پذیری، مقاومت خوب در مقابل مواد شیمیائی.

در ۹۰ درصد پلاستیک‌های مسلح از الیاف شیشه و در بیش از ۸۵ درصد پلاستیک‌های مسلح از رزین پلی استر استفاده می‌کنند.

از پلاستیک مسلح معمولاً ورق مسلح و غیرمسلح ساخته می‌شود که به جای شیشه مورد استفاده قرار می‌گیرد. سبک و دارای مقاومت ضربه‌ای بالاست.

قالب بتن از آکریلیک که با الیاف شیشه مسلح شده، ساخته می‌شود. برای قالب گیری بتن سقف سهموی هذلولی از پلی استایرن منبسط شده استفاده می‌شود. پلی اورتان، رزین فنولیک، رزین‌های وینیل انواع دیگر از پلاستیک ها بوده که برای تولید دال‌های اسفنجی صلب به کار می‌روند.

مهمترین موارد کاربرد پلاستیک در صنایع عایق سازی است. قابلیت هدایت حراتی پلی استایرن K = ۰/۲۵ و چگالی آن ۷۲–۱۹ $\frac{kg}{cm^3}$ و قابلیت هدایت حرارتی پلی اورتان K = ۰/۱۵ و چگالی آن ۳۲ $\frac{kg}{cm^3}$ است. پلی استایرن برای اعضای سازه‌ای و صلب مناسب است، زیرا در برابر خرد شدن، عوامل جوی، پوسیدگی و تغییر شکل مقاوم است.

نوع رایج و متداول کفپوش نرم به صورت کاشی از جنس وینیل یا وینیل آزبستی تهیه می‌شود. پرده پلاستیکی ضد رطوبت و بخار از پلی اتیلن و PVC ساخته می‌شود.

واتر استاپ ها (WATER STOPS) نوارهای پلاستیکی اند که در درز دیوار بتنی برای جلوگیری از نشت آب به کار رفته و از جنس PVC هستند. در تولید لولهٔ صلب و اتصالات، ABS بیشترین کاربرد را دارد. از لوله انعطاف پذیر پلی اتیلن و پلی وینیلیدین فلوراید برای تولید مواد شیمیائی استفاده می‌شود. در سیستم آبرسانی انعطاف پذیری لوله بهتر از صلب بودن آن است. الکل پلی وینیل باعث ممانعت از چسبیدن پلاستیک به قالب می‌شود.

از سیلیکون (با خاصیت دفع آب، پایداری شیمیائی و فیزیولوژیکی) بعنوان پوشش خارجی سنگ کاری ها استفاده می‌شود. عمل آوردن پارچه ها توسط رزین‌های آمینو، باعث دفع آب، ایجاد مقاومت حرارتی و کاهش میزان آبرفتگی پارچه می‌شود.

برای ساخت عدسی ها، قطعات چراغ و... از آکریلیکها، پلی کربنات، PVC، رزین‌های یونومر و پلی استرها استفاده می‌کنند. شیشه ضد نور خورشید از اکریلیک رنگی یا پلی کربنات ها ساخته می‌شود.

اسفنج لاستیکی بدست آمده از PVC و پلی اورتان منبسط شده به روش اکستروژن، پر کننده درز انبساط است.

کاربردهای متفرقهٔ پلاستیک ها

۱. رزین ABS برای اتصال لوله ها؛

۲. هومر پلیمرهای استال برای اتصال لوله، سردوش، شیر و اتصالات؛

۳. کوپلیمرهای استال برای اتصال لوله، شیرهای انحرافی، پمپ ها؛

٤. رزین‌های اپوکسی برای پوشش داخل لوله، مخازن و پوشش کف در معرض تردد و روکش دیوار سنگی، آجری، فولادی و چوبی؛

۵. فلوئور و پلاستیک ها برای پوشش داخل پمپ ها، اتصالات شیرها و واشرها؛

٦. رزین‌های یونومر برای روکش سیم ها؛

۷. اکسید فنیلن برای پمپ ها و اجزای آن، سیستم‌های آبپاش، سردوش ها و...؛

۸. پلی اتیلن برای روکش سیم و لوله، الیاف فرش و موکت؛

۹. سیلیکونها برای روغن روان کننده و روغن کاری قالب؛

۱۰. نایلون برای لوله و روکش؛

محصولات پلاستیکی

PVC، از پلیمریزاسیون وینیل کلراید، روغن کروزن، اسید و... به دست می‌آید. در کفسازی ساختمان، لولهٔ فاضلاب و عایق‌های سیم‌های الکتریکی استفاده می‌شود و ایجاد حریق نمی‌کند.

در مقابل شعله مستقیم دچار احتراق شده و بلافاصله با دور کردن شعله، احتراق متوقف می‌شود. مواد روغنی و گریس آنرا ضایع نمی‌کند و به آسانی از سطح پاک می‌شود. بادوام، کشسان و آب بند بوده و خطر لیز خوردن روی آن وجود ندارد.

پلی استایرن، جامد، بیرنگ، شفاف، کشسان، عایق حرارتی و صوتی است.

پلی اورتان، نوعی پلیمر مصنوعی با نقطه ذوب پائین، قابل پرس و نورد، عایق حرارتی عالی و دارای چسبندگی خوب است و در پانل پیش ساخته ساندیچی هم به عنوان عایق استفاده می‌شود.

***

نکاتی در مورد پلاستیک ها

نخستین پلاستیک سلولئید نام داشت. پلاستیکی با نام بکلیت یا فنل فرم آلدئید، تماماً مصنوعی بوده و دارای رنگی تیره است و تولید آن در رنگهای دیگر مقدور نیست.

نخستین پلاستیک بیرنگ فرم آلدئید اوره است. در پلاستیک ها، مواد نرم کننده باعث کارپذیری بیشتر، مواد پر کننده باعث ارزانتر شدن، مواد سخت کننده باعث گیرش سریعتر و فیبر باعث افزایش پایانی می‌شود.

دلایل عمده مصرف پلاستیک به جای شیشه وزن ویژه کم و ضربه پذیری مناسب آن است.

از صفحات آکریلیک تقویت شده، پلی استایرن منبسط شده و صفحات چوب سیمان می‌توان در قالب ماندگار استفاده کرد. پلی استایرن منبسط شده را می‌توان در قالب ماندگار، عایقکاری حرارتی، تولید سنگدانهٔ سبک مصنوعی مصرف کرد. پلاستیک متخلخل (Foam) با رزین دوقلو را از اپوکسی و پلی اورتان می‌سازند. کف پلاستیکی مخلوطی است از رزین آبکی، ماده کفساز و عامل سخت کننده. برای کفسازی زیر کارخانه می‌توان از رزین اپوکسی و ماسه استفاده کرد. ساخت دیوارپوش سخت، با استایرن و آکریلیک و ساخت ورقه آب بندی و بخاربندی، با پلی اتیلن و PVC انجام می‌شود. بتن تازه را توسط پلی اتیلن از خطر تبخیر محافظت می‌کنند. از مصارف آکریلیک برای قالب بندی بتن است. ورقه موجدار مسطح را از پلی استر می‌سازند. از

مصارف PVC برای کفپوش ها، عایق حرارت و درزبندی است. آکریلیک را با الیاف شیشه، مسلح می‌کنند. پلاستیکها را می‌توان با بست فلزی، چسب، گرم کردن و جوش دادن نصب کرد. از جمله ویژگی‌های آکریلیک، شفافیت، مقاومت در برابر عوامل محیطی و تغییر رنگ است.

از ویژگی‌های پلی استایرن، صلب، سبک و ضربه پذیر بودن است. جاذب ضربه، مقاومت بالای کششی و فشاری از خواص عمومی پلاستیک ها نیست. عدم توانایی استفاده در تأسیسات آبگرم از ضعف لوله‌های پلاستیکی است. اشعه ماوراء بنفش و گاز اوزون اثر مخرب بر پلاستیک ها دارد. نام تجاری پلی استر، مایلر است. سبکترین پلاستیک، پلی پروپلین بوده و درزبندها را با PVC می‌سازند.

سوالات کنکور کارشناسی ارشد سراسری سال‌های ۸۰ تا ۸۸

سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۱

۱- به کارگیری بلوکاژ (با قلوه سنگ یا لاشه سنگ) در زیر سازی کف‌های مستقر روی زمین عمدتاً برای چیست؟

۱) جلوگیری از انتقال رطوبت خاک به کفسازی

۲) ایجد یک سطح هموار جهت روسازی کف

۳) مقاومت بیشتر کفسازی

٤) جلوگیری از نفوذ حشرات از زیر سازی به داخل ساختمان

۲- جنس نواری که در شکل در درز انبساط بین دو قطعه بتن مسلح به کار رفته چیست؟

۱) نوار لاستیکی

۲) نوار تخته ای

۳) نوار مقوائی فشرده

٤) تسمه فولادی

۳- « سازه نگهبان» برای چه اجرا می‌شود؟

۱) استحکام بیشتر سازه ساختمان ۲) ایجاد صلبیت در پائین سازه ساختمان

۳) ایجاد پایه‌ای برای استقرار عناصر قائم باربر ٤) جلوگیری از رانش دیواره گود

٤- بیشترین فاصله مجاز از یک نقطه ساختمان تا پلکان فرار چه اندازه می‌تواند باشد؟

۱) ٥۰ متر ۲) ۳۰ متر ۳) ۱۰ متر ٤)٥ متر

٥- مقاومت مجاز فشاری (کیلوگرم بر سانتی متر مربع) در زمین‌های معمولی در چه حدی است؟

۱) ۱/٥ تا ۲/٥ ۲) ٦ تا ۷ ۳) ۱۰ تا ۱۲ ٤) ۱٥ تا ۱٦

٦- اگر در جایی در یک نقشه مسطحاتی فاصله منحنی‌های میزان کم و متراکم شود، نشان دهنده چیست؟

۱) طره شدن آن ناحیه بر سطوح زیرین آن ۲) وجود ترانشه یا پرتگاه
۳) وجود خط القعر ٤) وجود خط الرأس

۷- پی « نواری» در زیر چه عنصری از ساختمان ساخته می‌شود؟

۱) ستون‌های منفرد ۲) جرزهای باریک با مصالح بنایی
۳) زیر دیوارها ٤) زیر ستون‌های دوبل

۸- شناژ قائم بتن مسلح برای:

۱) اتصال دیوار به پی سازی و کلاف افقی سقف است
۲) اتصال دیوار به دیوار مجاور است
۳) رفع حالت خارج از محوریت دیوار است
٤) اتصال رج‌های افقی آجرکاری و قفل و بست آجرها به یکدیگر است

۹- در یک ساختمان اداری معمولی کدام رابطه بین خیز و عمق پله پذیرفته است؟

۱) عمق + دو برابر خیز مساوی ۸۰ سانتی متر ۲) عمق + دو برابر خیز مساوی ٦۵ سانتی متر

۳) عمق + دو برابر خیز مساوی ۵۰ سانتی متر ٤) عمق + دو برابر خیز مساوی ۳۵ سانتی متر

۱۰- عمده ترین نقش یک مجموعه قالب بندی در بتن مسلح چیست؟

۱) تحمل بارهای حاصل از اجرای بتن مسلح ۲) نگهداری میلگردها در انتظام مورد نظر

۳) نگهداری بتن در شکل مورد نظر ٤) دور ساختن عوامل جوی از بتن مسلح

۱۱- تراکم مصالح با قبول بار چه نسبتی دارد؟

۱) مستقیم ۲) معکوس

۳) نسبتی بین آنها نیست ٤) با نسبتی برابر

۱۲- مصالح متراکم و غیر متراکم در برابر رطوبت چه وضعیتی دارند؟

۱) مصالح متراکم رطوبت کمتری جذب می‌کند

۲) مصالح غیر متراکم رطوبت کمتری جذب می‌کند

۳) هر دو به صورت یکسان رطوبت جذب می‌کنند

٤) هیچکدام رطوبت جذب نمی‌کنند

۱۳- درباره جا بجایی دما در دو نوع مصالح متراکم و غیر متراکم کدام عبارت صحیح‌تر است؟

۱) در مصالح متراکم انتقال حرارت بیشتر است

۲) در مصالح غیر متراکم انتقال حرارت بیشتر است

۳) در هر دو نوع انتقال حرارت تقریباً یکسان است

٤) در مصالح متراکم انتقال حرارت کمتر است

۱٤- کدامیک از عوامل فرسایشی ذیل در نماهـای سـنگی بیشتر از همـه سنگ هـا را فرسوده می‌کند؟

۱) رطوبت ۲) سایش ۳) یخ بندان ٤) مواد معلق در هوا

۱۵- انتقال صوت در مصالح فشرده و متخلخل چگونه است؟

۱) هر چه ماده فشرده‌تر باشد صوت بیشتری منتقل می‌کند

۲) ماده متخلخل صوت بیشتری منتقل می‌کند

۳) مواد فشرده و متخلخل تقریباً به طور یکسان صوت را منتقل می‌کنند

٤) در هیچکدام از مواد انتقال صوت صورت نمی‌گیرد

۱٦- در یک تیر مرکب برابر شکل زیر چنانچه بولت‌های دو سر را در جهت عقربه‌هـای سـاعت بچرخانیم کدامیک از حالات در سیستم ایجاد می‌شود؟

۱) تیر چوبی تحت کشش قرار می‌گیرد و میله تحت فشار و قطعه چوبی تحت کشش

۲) تیر چوبی تحت فشار قرار می‌گیرد و میله تحت کشش و قطعه چوبی تحت فشار

۳) تیر چوبی و میله و قطعه چوبی با هم تحت فشار قرار می‌گیرند

٤) تیر چوبی و میله و قطعه چوبی با هم تحت کشش قرار می‌گیرند

۱۷- شیب مناسب دیواره‌های پشتواره‌ای با مصالح بنایی چقدر است؟

۱) یک بر یک ۲) یک بر دو ۳) یک بر چهار ٤) یک بر شش

۱۸- مهم ترین عامل اصلی بر مقاومت نهائی بتن سخت شده عبارت است از:

۱) نسبت آب به سیمان ۲) نوع سیمان

۳) درجه حرارت و رطوبت هوا ٤) شکل سنگدانه ها

۱۹- سیمان پرتلند نوع ۵ در کدامیک از موارد زیر به کار می‌رود؟

۱) در بخش هایی از ساختمان که کمی‌در معرض حمله سولفات ها است

۲) در بخش هایی از ساختمان که شدیداً در معرض حمله سولفات ها است

۳) در بخش هایی از ساختمان که بارگذاری سریعاً انجام می‌شود

٤) در بخش هایی از ساختمان که بارگذاری سریع ضروری نمی‌باشد

۲۰- علت گیرش و سخت شدن ملات آهک در هوای مرطوب چیست؟

۱) ترکیب ماسه و آهک تولید سیلیکات کلسیم می‌کند

۲) ترکیب ماسه و آهک تولید کربنات کلسیم می‌کند

۳) ترکیب گازکربنیک هوا و آهک تولید کربنات کلسیم می‌کند

٤) هر سه مورد فوق

۲۱- به چه علت سطوح گسترده را می‌توان بدون درز با ملات گچ سفید کرد؟

۱) اندود گچ پس از گرفتن و سخت شدن ازدیاد حجم پیدا می‌کند و سوراخ‌های ریز اندود را پر می‌کند

۲) ملات گچ هنگام گرفتن نزدیک به ۱٪ ازدیاد حجم پیدا می‌کند و پس از گرفتن و سخت شدن حجمش تغییر نمی‌کند

۳) در سفیدکاری با ملات گچ به دلیل ضخامت کم امکان ایجاد درز وجود ندارد

٤) هیچ کدام

۲۲- برای اجرای طاق ضربی کدام ملات مناسب‌تر است؟

۱) ملات ماسه سیمان ۲) ملات ماسه آهک

۳) ملات باتارد ٤) ملات گچ و خاک

۲۳- کدام یک از نسبت‌های زیر برای ساختن یک متر مکعب بتن مناسب است؟

۱) ۰/٦ متر مکعب شن به علاوه ۰/٤ متر مکعب ماسه

۲) ۰/۷۵ متر مکعب شن به علاوه ۰/۵ متر مکعب ماسه

۳) ۰/۵ متر مکعب شن به علاوه ۰/۵ متر مکعب ماسه

٤) ۰/٤ متر مکعب شن به علاوه ۰/٦ متر مکعب ماسه

۲٤- کدام یک از موارد زیر برتری فولاد ساختمانی را نسبت به چدن نشان می‌دهد؟

۱) فولاد کمتر از چدن زنگ می‌زند و نسبت به آن مقاومت کششی بیشتری از خود نشان می‌دهد

۲) فولاد جوش پذیر و چکش خوار (شکل پذیر) است و قطعات آن پس از جوشکاری یکپارچه می‌شوند

۳) درصد کربن فولاد بیشتر از چدن است و دارای سختی بیشتری نسبت به آن می‌باشد

٤) هر سه مورد فوق

۲۵- وجود سولفات در خاک آجر باعث کدام یک از پدیده‌های زیر می‌شود؟

۱) آجر پوک و به رنگ قرمز متمایل می‌شود

۲) پس از مصرف آجر، آب مکیده، رو می‌زند و نمای آجری سفیدک می‌زند

۳) در خاک آجر کار گداز آور را می‌کند و آجر جوش تولید می‌شود

٤) هیچ گونه تأثیری در کیفیت آجر تولیدی ندارد

۲٦- حداقل ضخامت سنگ‌های پلاک مصرفی عبارتند از:

۱) نما ۲۰ میلی متر، کفپوش ۳۰ میلی متر، پله ٤۰ میلی متر

۲) نما و کفپوش ۳۰ میلی متر، پله ٤۰ میلی متر

۳) نما و کفپوش ۲۰ میلی متر، پله ۳۰ میلی متر

٤) نما، کفپوش، قرنیز و پله ۲۰ میلی متر

۲۷- ترتیب افزایش قابلیت هدایت حرارتی « آجر معمولی، چوب، پشم سنگ، سنگ گرانیت» عبارت است از:

۱) پشم سنگ< آجر معمولی< چوب< سنگ گرانیت

۲) پشم سنگ< چوب< آجر معمولی< سنگ گرانیت

۳) سنگ گرانیت< آجر معمولی< چوب< پشم سنگ

٤) چوب< پشم سنگ< سنگ گرانیت< آجر معمولی

۲۸- شیشه جام تنیده کدام است؟

۱) شیشه جام تنیده در موقع شکستن و خرد شدن به ذرات و قطعات ریز فاقد لبه و گوشه‌های تیز و برنده تبدیل می‌گردد

۲) شیشه جام تنیده شیشه ایمنی است و در موقع شکستن، ذرات آن از هم جدا نمی‌شوند

۳) شیشه جام تنیده شیشه گرماگیر است که مانع عبور پرتوهای نور خورشید می‌گردد

٤) شیشه جام تنیده، شیشه مقاوم در برابر تنش‌های حرارتی است و در دیگ‌های خوراک پزی به کار می‌رود

۲۹- مناسب ترین چوب برای قالب بندی بتن کدام است؟

۱) چوب کاج　۲) چوب چنار　۳) چوب گردو　٤) چوب راش

۳۰- با میزان سیمان ثابت، بتن ساخته شده با کدام سنگدانه دارای مقاومت فشاری بیشتری است؟

۱) سنگدانه با قطر ۱۲/۵-۰ میلیمتر

۲) سنگدانه با قطر ۱۹-۰ میلیمتر

۳) سنگدانه با قطر ۲۵-۰ میلیمتر

٤) سنگدانه با قطر ۳۸-۰ میلیمتر

پاسخنامه کلیدی سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ٨١

١. ١	١١. ١	٢١. ٢
٢.	١٢. ١	٢٢. ٤
٣. ٤	١٣. ١	٢٣. ١
٤. ٢	١٤. ٣	٢٤. ٢
٥. ١	١٥. ١	٢٥. ٢
٦. ٢	١٦.	٢٦. ١
٧. ٣	١٧. ٤	٢٧. ٢
٨. ١	١٨. ١	٢٨. ١
٩. ٢	١٩. ٢	٢٩. ١
١٠. ٣	٢٠. ٣	٣٠. ٤

سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۲

۱- مناسب ترین ماسه برای ملات ماسه سیمان عبارت است از ماسه با قطر کمتر از:

۱) ۲ میلی متر ۲) ٤ میلی متر ۳) ٦ میلی متر ٤) ۸ میلی متر

۲- دلیل عمده ایجاد سوراخ در آجر ماشینی کدام است؟

۱) پخت بهتر ۲) تأمین چسبندگی

۳) سبکی وزن ٤) صرفه جویی در مواد اولیه

۳- در صورتی که نتایج آزمایش اسلامپ بتن بیش از مقدار تعیین شده باشد، کارآیی بتن تازه....

۱) افزایش و مقاومت فشاری بتن سخت شده نیز افزایش می‌یابد

۲) افزایش می‌یابد ولی مقاومت فشاری بتن سخت شده تغییر نمی‌کند

۳) افزایش و مقاومت بتن سخت شده کاهش می‌یابد

٤) تغییر نمی‌کند ولی مقاومت فشاری بتن سخت شده افزایش می‌یابد

٤- کدام گزینه در مورد مقاومت سنگ ها در برابر سایش صحیح است؟

۱) تراورتن< مرمریت< چینی< گرانیت

۲) تراورتن< چینی< مرمریت< گرانیت

۳) گرانیت< مرمریت< تراورتن< چینی

٤) مرمریت< تراورتن< گرانیت< چینی

۵- مناسب ترین زمان برای اجرای بندکشی:

۱) پس از سخت شدن ملات دیوارها می‌باشد

۲) قبل از خشک شدن آجر دیوارها می‌باشد

۳) پس از تکمیل نازک کاری‌های داخلی می‌باشد

٤) همزمان با اجرای دیوارها می‌باشد

٦- فلزات پر مصرف در صنایع ساختمان عبارتند از:

۱) روی، مس، قلع ۲) فولاد، آلمینیوم، مس

۳) فولاد، مس، سرب ٤) آلمینیوم، سرب، فولاد

۷- کدام گزینه صحیح نیست؟

۱) ملات گچ در گروه ملات‌های هوایی قرار دارد

۲) ملات‌های سیمان از ملات‌های آبی هستند

۳) ملات گچ در گروه ملات‌های آبی قرار دارد

٤) ملات‌های گل آهک از ملات‌های آبی هستند

۸- کدام عنصر ساختمانی، نیاز به عایق کاری ندارد؟

۱) دیوارهای داخلی ۲)دیوارهای زیر زمین ۳) کف ٤) بام

۹- کدام گزینه صحیح نیست؟

۱) برای افزایش وزن ویژه و بالا رفتن مقاومت چوب، آن را زیر فشار قرار می‌دهند

۲) برای جلوگیری از حمله حشرات، قارچ ها و ... به چوب آن را با مواد شیمیایی ویـژه چـوب ضد عفونی می‌کنند

۳) پارکت کف پوشی است از باریکه‌های نازک چوب‌های سخت و خوش نقش

٤) نئوپان از قرار دادن تعداد لایه‌های بریده شده در مجاور هم و پرس کردن آنها تهیه می‌شود

۱۰- کارآیی بتن به کدام عامل بستگی ندارد؟

۱) اسلامپ بتن ۲) مصالح مصرفی ۳) درجه حرارت محیط ٤) مقاومت بتن

۱۱- کدام گزینه، در مورد مصالح قابل استفاده به ترتیب به عنوان عایق‌های رطوبتی، حرارتی و صوتی صحیح است؟

۱) پلاستیک، چوب، قیر گونی
۲) قیرگونی، پشم شیشه، گچ
۳) مشمع قیراندود، چوب، سیمان
۴) پشم سنگ، چوب، پلاستیک

۱۲- ملات باتارد متشکل از:

۱) آهک، سیمان، گچ
۲) ماسه، سیمان، آهک
۳) آهک، سیمان، رس
۴) سیمان، ماسه، پرلیت

۱۳- کدام گزینه در مورد مواد افزودنی بتن صحیح نیست؟

۱) مواد کاهنده آب موجب افزایش مقاومت فشاری بتن (با مقدار سیمان ثابت) می‌شود
۲) مواد زبر کننده بتن به منظور جلوگیری از لغزش اجسام بر روی کف ها اضافه می‌گردند
۳) مواد هواساز باعث کاهش قابل توجه مقاومت فشاری بتن می‌گردد
۴) مواد تسریع کننده به منظور تسریع در گیرش، سخت شدن و کسب مقاومت زود هنگام به کار می‌رود

۱۴- کدام گزینه، تفاوت چدن را نسبت به فولاد نشان می‌دهد؟

۱) چدن کمتر از فولاد زنگ می‌زند و دارای مقاومت فشاری بیشتری نسبت به فولاد می‌باشد
۲) چدن چکش خوار است و دارای مقاومت کششی بیشتری نسبت به فولاد می‌باشد
۳) چدن جوش پذیر است و دارای درصد کربن بیشتری نسبت به فولاد می‌باشد
۴) چدن قابل نورد است و دارای درصد کربن کمتری نسبت به فولاد می‌باشد

۱۵- افزایش نسبت آب به سیمان چه تأثیری بر مشخصات بتن می‌گذارد؟

۱) مقاومت فشاری بتن افزایش می‌یابد
۲) مقاومت فشاری بتن کاهش می‌یابد
۳) وزن مخصوص بتن افزایش می‌یابد
٤) کارآیی بتن کاهش می‌یابد

۱٦- کدام یک از جداره‌های زیر از حیث انتقال حرارت عایق بهتری است؟

۱) دیوار آجری ۲۲ سانتی با ۲ سانتی متر اندود گچ و خاک و گچ
۲) دیوار آجری ۲۲ سانتی با ۲ سانتی متر اندود ماسه و سیمان
۳) دیوار بتنی ۲۲ سانتی با ۲ سانتی متر اندود گچ و خاک و گچ
٤) دیوار بتنی ۲۲ سانتی با ۲ سانتی متر اندود ماسه و سیمان

۱۷- در فرآیند تولید کاشی در چه مرحله‌ای آن را لعاب اندود می‌کنند؟

۱) بعد از خشک کردن اولیه
۲) بعد از قالب گیری
۳) بعد از پخت اولیه
٤)بعد از پخت نهایی

۱۸- کاهش کدام ترکیب در تولید سیمان ضد سولفات ضروری است؟

۱) ترا کلسیم آلومینو فریت (C_4AF)
۲) تری کلسیم سیلیکات (C_3S)
۳) دی کلسیم سیلیکات (C_2S)
٤) تری کلسیم آلومینات (C_3A)

۱۹- کدام گزینه در مورد زمان گیرش گچ ساختمانی صحیح است؟

۱) با کاهش درجه حرارت پخت و افزایش سطح ویژه پودر گچ، زمان گیرش ملات گچ کاهش می‌یابد
۲) با افزایش سطح ویژه پودر گچ زمان گیرش ملات گچ افزایش می‌یابد
۳) با افزایش درجه پخت زمان گیرش ملات گچ کاهش می‌یابد
٤) افزایش و یا کاهش سطح ویژه تأثیری در زمان گیرش ندارد

۲۰- با افزایش درجه حرارت پخت آجر، کدام یک از ویژگی‌های آن تغییر می‌کند؟

۱) مقاومت فشاری، سختی و قابلیت جذب آب آجر افزایش می‌یابد

۲) سختی و قابلیت جذب آب آجر افزایش می‌یابد

۳) مقاومت فشاری و قابلیت جذب آب آجر افزایش می‌یابد

۴) مقاومت فشاری و سختی آجر افزایش می‌یابد

۲۱- ملات گچ بر روی کدام مصالح، اثر بیشتری از نظر خوردگی دارد؟

۱) فولاد روی اندود (گالوانیزه) ۲) فولاد معمولی

۳) فولا ضد زنگ ۴) فولاد زنگ شده

۲۲- مقاومت ۷ روزه بتن با سیمان معمولی حدوداً چند درصد مقاومت ۲۸ روزه آن می‌باشد؟

۱) ۲۵ ۲) ۴۰ ۳) ۷۰ ۴) ۹۰

۲۳- نسبت مقاومت نمونه استوانه‌ای بتن با ابعاد ۱۵×۳۰ سانتی متر به مقاومت نمونه مکعبی آن به ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ سانتی متر عبارت است از:

۱) ۰/۷۵ ۲) ۰/۸۵ ۳) ۱ ۴) ۱/۳۳

۲۴- کدام گزینه در مورد مقاومت ۷ روزه بتن‌های پیش ساخته شده با سیمان‌های زیر صحیح است؟

۱) سیمان نوع ۳ > سیمان نوع ۲ > سیمان نوع ۵

۲) سیمان نوع ۲ > سیمان نوع ۵ > سیمان نوع ۱

۳) سیمان نوع ۱ > سیمان نوع ۵ > سیمان نوع ۲

۴) سیمان نوع ۵ > سیمان نوع ۲ > سیمان نوع ۱

۲۵- به چه دلیل پیش از استفاده از آجر در اجرای دیوار، آن را زنجاب می‌کنند؟

۱) شسته شود تا از خاک عاری شود
۲) خیس شود تا آهک آن شکفته شود
۳) خیس شود تا آب ملات را جذب نکند
٤) شسته شود تا خوردگی آن کم شود

٢٦- دلیل اصلی استفاده از ملات گچ و خاک در اجرای طاق ضربی چیست؟

۱) ضریب انبساط حرارتی پائین
۲) در دسترس بودن در اکثر نقاط کشور
۳) ارزان‌تر بودن از سایر ملات ها
٤) چسبندگی زیاد و سریع

۲۷- در اختلاط مواد تشکیل دهنده بتنی، نسبت لازم آب به سیمان تقریباً برابر است با:

۱) ۰/٤ تا ۰/٦
۲) ۰/٦ تا ۰/۷
۳) ۰/۷ تا ۰/۸
٤) ۰/۸ تا ۰/۹

۲۸- استفاده از کدام سنگ در ازاره بیرونی ساختمان ها مناسب‌تر است؟

۱) تیشه‌ای تراورتن آتشکده
۲) تیشه‌ای لاشتر اصفهان
۳) صیقلی لاشتر اصفهان
٤) صیقلی تراورتن آتشکده

پاسخنامه کلیدی سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۲

۱. ۱	۱۱. ۲	۲۱. ۲
۲. ۲	۱۲. ۲	۲۲. ۳
۳. ۳	۱۳. ۳	۲۳. ۱
٤. ۱	۱٤. ۱	۲٤. ٤
۵. ٤	۱۵. ۲	۲۵. ۳
٦. ۲	۱٦. ۱	۲٦. ٤
۷. ۳	۱۷. ۳	۲۷. ۱
۸. ۱	۱۸. ٤	۲۸. ۲
۹. ٤	۱۹. ۱	
۱۰. ٤	۲۰. ٤	

سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۳

۱- افزودن خاک به ملات گچ به چه منظوری صورت می‌گیرد؟

۱) افزایش مقاومت برشی
۲) افزایش مقاومت فشاری
۳) افزایش مقاومت در برابر ضربه
٤) کندگیر شدن

۲- در سفید کاری دو گچه برای اندود رویه کدام ملات مناسب‌تر است؟

۱) گچ اندود ۲) گچ ساختمانی ۳) گچ کشته ٤) گچ مصنوعی

۳- چوب کدام یک برای قالب بندی بتن مناسب‌تر است؟

۱) چنار ۲) راش ۳) کاج ٤) ملچ

٤- کدام گزینه نشان دهنده ترکیب شیمیایی آهک است؟

۱) اکسید کلسیم (CaO)
۲) کربنات کلسیم ($CaCO_3$)
۳) سولفات کلسیم ($CaSO_4$)
٤) کلرور کلسیم ($CaCl_2$)

۵- آهن خالص در کدام بخش از ساختمان کاربرد دارد؟

۱) اساساً در ساختمان آهن خالص کاربردی ندارد
۲) اسکلت ساختمان
۳) شیرآلات
٤) درب و پنجره

٦- در کدام گروه از عایق‌های حرارتی، مواد معدنی منبسط شونده مانند پرلیت استفاده می‌شود؟

۱) عایق انباشته به صورت آزاد، عایق‌های پتویی، عایق‌های پاشیدنی
۲) عایق انباشته به صورت آزاد، تاوه یا بلوک‌های عایق، عایق‌های پاشیدنی

۳) عایق‌های قطعه ای، تاوه یا بلوک‌های عایق، عایق‌های منعکس کننده

٤) عایق‌های قطعه ای، عایق‌های منعکس کننده، عایق‌های پتویی

۷- کاشی‌های ساخته شده از باکاس (تفاله نیشکر) را چه می‌نامند؟

۱) طبیعی ۲) صنعتی ۳) سلولزی ٤) معدنی

۸- کدام گزینه تقسیم بندی سنگ ها را از نظر ترکیب شیمیایی نشان می‌دهد؟

۱) دولومیتی، سیلیکاتی، ماسه ای ۲) گچی، ماسه ای، آهکی

۳) سیلیسی، دولومیتی، گچی ٤) سیلیسی، سیلیکاتی، آهکی

۹- کدام آجر، ۱۵ دوره یخبندان تا ۱۵ درجه زیر صفر و آب شدن را تحمل می‌کنند و کاهش نسبی مقاومت فشاری مجاز آن پس از آزمایش یخ زدن بیش از ۲۰ درصد نمی باشد؟

۱) آجر ماسه آهکی ۲) آجر بتنی ۳) آجر رسی ٤) آجر نسوز

۱۰- از کدام ماده ساختمانی برای پر کردن منافذ سطوح مختلف به منظور جلوگیری از نفوذ آب یا مایعات دیگر استفاده می‌شود؟

۱) شلاک ۲) سیلر ۳) لاک ٤) لعاب

۱۱- کدام گزینه در مورد انواع شیشه صحیح است؟

۱) شیشه‌های خم شو و پلاستیکی از جنس شیشه‌های سیلیکاتی می‌باشند

۲) شیشه تنیده در برابر فشار، ضربه و شوک حرارتی دارای استحکام بیشاری است

۳) شیشه‌های مات رنگی از تنیدن شیشه جام و ریختن یک لایه رنگ مات بر روی آن به رنگ‌های متنوع تولید می‌شود

٤) شیشه ایمنی را می‌توان برید، سائید، سوراخ کرد و تراشید

۱۲- کدام عبارت صحیح نیست؟

۱) قیرهای محلول زودگیر از حل کردن قیر خالص در نفت سفید ساخته می‌شوند

۲) قیرهای محلول زودگیر از حل کردن قیر خالص در بنزین ساخته می‌شوند

۳) قیرهای محلول کندگیر از حل کردن قیر خالص در نفت سفید ساخته می‌شوند

٤) قیرهای محلول دیرگیر از حل کردن قیر خالص در نفت گاز یا نفت کوره حاصل می‌شوند

۱۳- از بتن غیر مسلح در چه مواردی استفاده می‌شود؟

۱) ساختن پناهگاه‌های مقاوم در برابر تابش‌های هسته ای

۲) ساختن سازه هایی که در آن ها نیاز به مقاومت کششی و برشی وجود داشته باشد

۳) ساختن سازه هایی که در آن ها استحکام و پایداری سازه در نتیجه عناصر دیگر سازه‌ای است

٤) ساختن سازه هایی که در آن ها استحکام و پایداری سازه ناشی از وزن بتن است

١٤- کدام عبارت، تعریف تخته چند لا می‌باشد؟

۱) چند لایه چوب نازک که به یکدیگر چسبانده شده اند به طوری که لایه‌های آن با یکدیگر موازی باشند

۲) ورقه‌های تیر تخته‌ای به ضخامت ۵ میلی متر یا کمتر که به هم چسبانده شده اند

۳) چند لایه چوب نازک که به یکدیگر چسبانده شده اند به طوری که لایه‌های آن به طور متناوب عمود بر یکدیگرند

٤) ورق‌های تیر تخته‌ای به ضخامت ۵ میلی متر یا بیشتر که به هم چسبانده شده اند

۱۵- کدام سنگ از نظر سختی برای کفپوش داخل ساختمان مناسب‌تر است؟

۱) چینی قروه

۲) مرمریت جوشقان

۳) تراورتن سفید آتشکوه

٤) مرمریت گوهره خرم آباد

۱۶- در رابطه با سنگ‌های ساختمانی کدام عبارت درست است؟

۱) با افزایش تخلخل قابلیت جذب آب کاهش و مقاومت یخ زدگی کاهش می‌یابد

۲) با افزایش تخلخل قابلیت جذب آب افزایش و مقاومت یخ زدگی افزایش می‌یابد

۳) با افزایش تخلخل قابلیت جذب آب افزایش و مقاومت یخ زدگی کاهش می‌یابد

۴) با افزایش تخلخل قابلیت جذب آب کاهش و مقاومت یخ زدگی افزایش می‌یابد

۱۷- در کدام یک از مواد ساختمانی خاصیت ارتجاعی (کشسانی) بیشتر است؟

۱) فولاد ۲) چدن ۳) شیشه ۴) بتن

۱۸- کدام کفپوش در مقابل صدای کوبه‌ای عایق بهتری است؟

۱) بتن ۲) سرامیک ۳) سنگ ۴) پلی وینیل کلراید

۱۹- برای تولید سیمان سفید حذف کدام ترکیب ضروری می‌باشد؟

۱) Al_2O_3 ۲) CaO ۳) Fe_2O_3 ۴) SiO_2

۲۰- مناسب ترین نسبت شن و ماسه برای ساختن یک متر مکعب بتن عبارت است از:

۱) ۰/۴ متر مکعب شن به علاوه ۰/۶ متر مکعب ماسه

۲) ۰/۵ متر مکعب شن به علاوه ۰/۵ متر مکعب ماسه

۳) ۰/۷ متر مکعب شن به علاوه ۰/۳ متر مکعب ماسه

۴) ۰/۶ متر مکعب شن به علاوه ۰/۴ متر مکعب ماسه

٢١- مناسب ترین ملات برای اجرای طاق ضربی کدام است؟

١) باتارد ٢) گچ و خاک ٣) ماسه و سیمان ٤) ماسه و آهک

٢٢- پس از حرارت دادن سنگ گچ (سولفات کلسیم) تا حد ٣٠٠ درجه، کدام مواد حاصل می‌شود؟

١) انیدریت ٢) گچ ساختمان ٣) گچ اندود ٤) زاج سفید

٢٣- موزائیکی که در آن به جای خمیر سیمان از خمیر رزین اپوکسی برای چسباندن خرده‌های سنگ استفاده شده است چه نامیده می‌شود؟

١) موزائیک فرنگی ٢) سمنت تایل ٣) موزائیک سرامیکی ٤) موزائیک پلاستیکی

٢٤- موارد پوزولانی می‌توانند:

١) برای افزایش گرمای آبگیری مخلوط بتنی به کار روند

٢) به عنوان سیمان در مخلوط بتن به کار روند

٣) به عنوان بخشی از سیمان در مخلوط بتن به کار روند

٤) برای افزایش مقدار ریزدانه ها در مخلوط بتن به کار روند

٢٥- کدام عبارت در مورد نحوه گرفتن و سخت شدن ملات ها صحیح است؟

١) سخت شدن ملات ماسه سیمان ناشی از ترکیب شیمیایی سیمان با سنگدانه است

٢) سخت شدن ملات باتارد ناشی از ترکیب شیمیایی آهک و سیمان می‌باشد

٣) سخت شدن ملات گچ و خاک ناشی از ترکیب شیمیایی گچ با آب می‌باشد

٤) سخت شدن ملات ماسه و آهک ناشی از ترکیب شیمیایی آهک با ماسه می‌باشد

پاسخنامه کلیدی سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۳

١. ٤
٢. ٣
٣. ٣
٤. ١
٥. ١
٦. ٢
٧. ٣
٨. ٤
٩. ١
١٠. ٢
١١. ٢
١٢. ١
١٣. ٤
١٤. ٣
١٥. ١
١٦. ٤
١٧. ١
١٨. ٤
١٩. ٣
٢٠. ٤
٢١. ٢
٢٢. ١
٢٣. ٤
٢٤. ٣
٢٥. ٣
٢٦. ٢
٢٧. ٤
٢٨. ١
٢٩. ٢
٣٠. ١

سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۴

۱- تنش جاری شدن فولاد در برش (تنش برش تسلیم) با افزایش کدام یک از خصوصیات زیر افزایش می‌یابد؟

۱) تنش تسلیم فولاد
۲) تنش نهایی فولاد
۳) کرنش گسیختگی فولاد
٤) کرنش جاری شدن فولاد

۲- اثر ملات گچ روی کدام یک از مصالح کمتر است؟

۱) فولاد روی اندود (گالوانیزه)
۲) فولاد با کربن کم
۳) فولاد پوشیده شده با ضد زنگ
٤) فولاد معمولی

۳- کدام مورد از ویژگی‌های PVC نیست؟

۱) آب بند بودن
۲) غیر ارتجاعی بودن
۳) مقاومت در برابر مواد روغنی و گریسی
٤) قابلیت احتراق در مقابل شعله مستقیم آتش

٤- کدام یک از تعابیر به مفهوم « فرو سیمان» نزدیک‌تر است؟

۱) سیمانی که در مواد اولیه آن از سنگ آهک استفاده شده است
۲) بتن سنگین که برای محافظت در برابر شعله به کار می‌رود
۳) نوعی سیمان مسلح شده با فولاد که از مقاومت کششی زیادی برخوردار نیست
٤) شبکه فولادی که در بستر ملات سیمان فرو رفته و در ساخت بدنه قایق ها از آن استفاده می‌شود

٥- در کدام یک خزش کمتری اتفاق خواهد افتاد؟

۱) بتن با سیمان کم

۲) بتن با سنگدانه گرانیتی زیاد و سیمان زیاد

۳) بتن با سنگدانه آهکی کم و سیمان زیاد

٤) بتن با سنگدانه رودخانه‌ای زیاد و سیمان خیلی زیاد

٦- پس از تهیه کلینکر سیمان به چه منظور سنگ گچ افزوده می‌شود؟

۱) افزایش حجم سیمان

۲) سهولت اختلاط سیمان، آب و ماسه

۳) کاهش سرعت گرفتن سیمان

٤) تنظیم سرعت گرفتن سیمان

۷- افزودن مواد هوازا به ترکیب بتن کدام یک از تأثیرا زیر را به همراه ندارد؟

۱) افزایش مقاومت نهایی بتن

۲) افزایش مقاومت بتن در برابر یخ زدن و آب شدن

۳) کاهش جمع شدن آب در سطح بتن

٤) افزایش کارآیی بتن

۸- کدام گزینه در مورد سیمان تراس صحیح نمی باشد؟

۱) از سیمان تراس در ساخت موزائیک و ساخت پی‌های حجیم استفاده می‌شود و نام دیگر آن سیمان پوزولانی است

۲) از سیمان تراس در ساخت سازه‌های آبی، دریایی و سدسازی استفاده می‌شود

۳) نام دیگر سیمان تراس سیمان پوزولانی است

٤) سیمان تراس را از آسیاب کردن ۸۰ درصد سنگ تراس با ۲۰ درصد سیمان پرتلند تهیه می کنند

۹- از آنجا که قبل از اجرای عملیات تراکم در خاکریز ها، مصالح ریزدانه باید دارای رطوبت بهینه باشد، کدام یک از موارد زیر صحیح است؟

۱) بهتر است رطوبت در محل پخش به خاک افزوده شود و در همان محل کنترل شود

۲) بهتر است رطوبت در محل قرضه به خاک افزوده شده و پس از حمل و پخش رطوبت آن در محل کنترل شود

۳) اصولاً باید رطوبت در هنگام تراکم به خاک افزوده شود

٤) این امر بستگی به نوع خاک دارد

۱۰- در بتن پلیمری، پلیمر چه نقشی را ایفا می‌کند؟

۱) به عنوان ماده چسباننده و جایگزین سیمان به کار می‌رود

۲) به عنوان ماده کمک کننده به چسبندگی سیمان به کار می‌رود

۳) به عنوان روان کننده قوی در بتن به کار می‌رود

٤) به عنوان جایگزین سنگدانه به کار می‌رود

۱۱- کدام دسته از چوب ها دوام کمتری دارند؟

۱) اقاقیا و بید

۲) بلوط و زبان گنجشک

۳) بلوط و تبریزی

٤) زبان گنجشک و اقاقیا

۱۲- کدام آزمایش در تعیین مشخصات سنگ از اهمیت کمتری برخوردار است؟

۱) مقاومت در برابر یخبندان

۲) مقاومت فشاری

۳) مقاومت کششی

٤) مقاومت در برابر سایش

۱۳- کدام گزینه معرف مهمترین ویژگی آجرهای ماسه آهکی است؟

۱) سبکی وزن
۲) عدم وجود شوره زدگی در سطح آن
۳) مقاومت سایشی زیاد
٤) عدم وجود خزش در آجر

١٤- پلی اورتان دارای کدام یک از خواص زیر می‌باشد؟

۱) مقاوم بودن در برابر اسید ها و بازها
۲) عایق صدا بودن
۳) عایق حرارت بودن
٤) مقاوم بودن در برابر حریق

۱۵- کدام عبارت صحیح است؟

۱) شن هایی که طول شان بیش از شش برابر ضخامت شان باشد، شن نخودی نامیده می‌شوند
۲) شن‌های گرد و دارای سطوح صاف را شن سوزنی می‌گویند
۳) شن هایی که عرض شان کمتر سه برابر ضخامت شان باشد، شن بادامی نامیده می‌شوند
٤) شن هایی که عرض شان کمتر سه برابر ضخامت شان باشد، شن پولکی نامیده می‌شوند

١٦- ترکیب مناسب گچ و خاک رس در ملات گچ و خاک چقدر است؟

۱) ۱ واحد گچ، ۱ واحد خاک رس
۲) ۱ واحد گچ، ۲ واحد خاک رس
۳) ۲ واحد گچ، ۱ واحد خاک رس
٤) ۲ واحد گچ، ۳ واحد خاک رس

۱۷- ترکیب سیلیکات کلسیم و منیزیوم معرف کدام است؟

۱) آجر نسوز ۲) آزبست ۳) پشم سنگ ٤) گچ آبدار

۱۸- در چه مواقعی از سیمان تیپ II در ساختن بتن استفاده می‌شود؟

۱) وجود حرارت هیدراتاسیون کم برای بتن ضروری باشد

۲) وجود مقاومت زیاد در برابر سولفات ضروری باشد

۳) وجود تاب اولیه برای بتن ضروری باشد

٤) هنگامی که در مقابل تأثیر متوسط سولفات ها قرار می‌گیرد

۱۹- خاک رس تمامی خواص زیر را داراست به استثنای:

۱) چسبندگی زیاد در رطوبت‌های بالا

۲) قابلیت تورم زیاد در مجاورت آب

۳) نفوذپذیری کم

٤) مقاومت فشاری زیاد در رطوبت پائین

۲۰- کدام یک را آهن سفید گویند؟

۱) فولاد با اندود قلع

۲) فولاد با اندود روی

۳) فولاد آلیاژی

٤) فولاد با درصد کربن بالا

۲۱- منظور از فولاد A588 چیست؟

۱) فولاد سازه‌ای کم آلیاژ با استحکام زیاد و مقاومت در برابر خوردگی

۲) فولاد ساختمانی کم آلیاژ با استحکام زیاد

۳) فولاد ساختمانی کم آلیاژ با استحکام زیاد و مقاومت در برابر خوردگی

٤) فولاد سازه‌ای کم آلیاژ با استحکام زیاد

۲۲- سنگدانه‌های موجود در سطوح قیری موجب افزایش کدام خاصیت <u>نمی شوند</u>؟

۱) مقاومت در برابر سایش ترافیکی

۲) قابلیت باربری

۳) مقاومت در برابر یخ زدگی

٤) مقاومت لغزشی

۲۳- دلیل وجود ترک‌های متعدد به هم پیوسته در سطح بتن چیست؟

۱) کربناسیون ۲) واکنش قلیایی سنگدانه ها

۳) حمله سولفاتی ٤) حمله کلروری

٢٤- استفاده از محلول فنل فتالئین برای اطلاع از وقوع چه واکنشی در بتن به کار می‌رود؟

۱) حمله سولفاتی ۲) حمله کلروری

۳) کربناسیون ٤) واکنش قلیایی سنگدانه ها

۲۵- نسبت حجمی سیمان به ماسه، ملات ماسه سیمان در بندکشی چقدر است؟

۱) از ۱ به ٦ تا ۱ به ۸ ۲) از ۱ به ۲ تا ۱ به ۳

۳) از ۱ به ۳ تا ۱ به ٤ ٤) از ۱ به ۱/۵ تا ۱ به ٤/۵

٢٦- کاشی که در یکی از گوشه هایش تنها یک لب پریدگی به ابعاد حداکثر ۳×۵ میلی متر وجود داشته باشد، چه نوع کاشی است؟

۱) درجه یک ۲) درجه دو ۳) درجه سه ٤) درجه چهار

۲۷- نسبت مقاومت به وزن کدام یک از مواد زیر بیشتر است؟

۱) آلمینیوم ۲) فولاد ۳) چدن ٤) بتن

۲۸- کدام گزینه در مورد فلزات مورد استفاده در ساختمان صحیح نمی باشد؟

۱) فلز آلمینیوم ضریب انبساط گرمایی و پایداری در برابر خوردگی بیشتری نسبت به فولاد دارد

۲) فلز مس دارای وزن ویژه کمتر و نرمی کمتر نسبت به فلز سرب می‌باشد

۳) در آب بندی اتصالات چدنی، شمش سرب را آب کرده و آن را به همراه کنف به کار می‌برند

٤) ملات‌های تازه بر روی آهن سفید اثری ندارد

۲۹- کدام یک از گزینه ها در مورد گچ ساختمان صحیح می‌باشد؟

۱) زمان گیرش ملات گچ باید بیشتر از ۱۰ دقیقه باشد

۲) زمان گیرش ملات گچ باید بین ٤ تا ۱۰ دقیقه باشد

۳) در یک لیتر آب می‌توان به طور متوسط ۷۷۰ گرم گچ ساختمان را حل نمود

٤) گچ ساختمان با آب شیمیایی بیشتر، در برابر آب میل ترکیبی بیشتری دارد

۳۰- هر قدر سیمان زودگیرتر باشد، میزان حرارت ناشی از هیدراتاسیون واکنش هایی کـه منجـر به سخت شدن سیمان می‌شود.....

۱) کمتر خواهد بود

۲) بیشتر خواهد بود

۳) بسته به خصوصیات سیمان ممکن است کمتر یا بیشتر باشد

٤) حرارت هیدراتاسیون به زودگیر بودن سیمان بستگی ندارد

پاسخنامه کلیدی سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۴

۱. ۱	۱۱. ۱	۲۱. ۳
۲. ۳	۱۲. ۳	۲۲. ۳
۳. ۲	۱۳. ۳	۲۳. ۲
٤. ٤	۱٤. ۳	۲٤. ۳
٥. ۱	۱٥. ۲	۲٥. ۲
٦. ٤	۱٦. ۱	۲٦. ۳
۷. ۱	۱۷. ۲	۲۷. ۱
۸. ۳	۱۸. ٤	۲۸. ٤
۹. ۲	۱۹. ٤	۲۹. ۳
۱۰. ۱	۲۰. ۲	۳۰. ۳

سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۵

۱- کدام گزینه در مورد پلاستیک‌های ساختمانی صحیح است؟

۱) در اتصال پلاستیک ها از چسب‌های رزینی می‌توان استفاده نمود

۲) ترموپلاست ها پس از شکل دادن یا قالب گیری شباهت زیادی با ترموپلاستیک ها دارند

۳) برخی از قطعات سازه‌ای یا نیمه سازه‌ای را در ساختمان ها با پلاستیک می‌سازند

٤) زنجیرهای مولکولی در ترموپلاستیک ها غیر خطی است و به همین دلیل پس از گرم کـردن و سرد کردن دوباره سخت می‌شوند

۲- میزان اسلامپ بتن باید در کدام یک از قطعات زیر بیشتر باشد؟

۱) دال ۲) دیوار برشی ۳) ستون ٤) شالوده

۳- برای پی سازی در خاک‌های سولفات دار با سولفات کم از کدام نوع آهک استفاده می‌شود؟

۱) آهک آبی ۲) آهک زنده ۳) دوغاب آهک ٤) آهک نیمه آبی

٤- قیرها بر اساس چه ویژگی هایی نام گذاری می‌شوند؟

۱) نقطه نرمی و درجه نفوذ

۲) مقاومت و قابلیت ارتجاعی

۳) میزان چسبندگی و درجه نفوذ

٤) وزن مخصوص و نقطه نرمی

٥- میزان کدام یک از عناصر زیر در چوب بیشتر است؟

۱) ازت ۲) اکسیژن ۳) کربن ٤) هیدروژن

٦- کدام یک از انواع پلاستیک از خاصیت عایق بودن بالاتری برخوردارند؟

۱) پلی استایرن ۲) پلی اورتان ۳) پلی وینیل کلراید ٤) پلی اتیلن

۷- کدام یک از چوب‌های زیر از مقاومت بیشتری در برابر فشار، خمش و برش برخوردار است؟

۱) بلوط ۲)بید ۳) سرو ٤)صنوبر

۸- برای تنظیم زمان گرفتن سیمان چه ماده‌ای و به چه میزان در مرحله آسیاب کردن کلینکر به سیمان اضافه می‌شود؟

۱) ۵-۲ درصد سنگ آهک ۲) ۵-۲ درصد سنگ گچ

۳) ۷-۵ درصد سنگ آهک ٤) ۷-۵ درصد سنگ گچ

۹- تقسیم بندی انواع فولاد بر اساس میزان کدام یک از عناصر زیر انجام می‌شود؟

۱) کربن ۲) منگنز ۳) سیلسیم ٤) مس

۱۰- فرآورده بتن آسفالتی از اختلاط کدام یک از مصالح ذیل ساخته می‌شود؟

۱) سنگدانه و ماستیک ۲) بتن و ماستیک

۳) مواد ریزدانه و بتن ٤) قیر و سنگدانه

۱۱- مقاومت فشاری کدام سنگ ها بیشتر است؟

۱) سنگ‌های آهکی متراکم ۲) سنگ‌های آهکی متخلخل

۳) مرمرهای رنگین ٤) مرمرهای سفید و خاکستری

۱۲- مصالح سنگی بتن ریزدانه باید حداقل چند درصد از حجم بتن را تشکیل دهند؟

۱) ۷۰ ۲) ۷۵ ۳) ۸۰ ٤) ۸۵

۱۳- همه گزینه ها در مورد انواع چسباننده‌های سیاه (قیرها) صحیح اند به جز:

۱) قیرهای نفتی گوگرد کمتری دارند

۲) قیرهای معدنی حاوی خاکستر هستند

۳) پارافین قیرهای معدنی کمتر از قیرهای خالص است

٤) روغن قیرهای معدنی بیشتر از قیرهای خالص است

۱٤- محدوده قابل قبول برای ph آب مصرفی در کارهای ساختمانی عبارت است از:

۱) کمتر از ٤ ۲) ۷-۳/۵ ۳) ۸/۵-٤/۵ ٤) بیشتر از ۸/۵

۱۵- با افزایش مقدار آهک در ملات باتارد کدام یک از ویژگی‌های زیر در ملات کاهش می‌یابد؟

۱) قابلیت نگهداری آب ملات ۲) خمیری بودن ملات

۳) ظرفیت حمل ماسه در سیمان ٤) مقدار مصرف سیمان

۱٦- نقش اصلی مواد « پر حجم کننده» در رنگ‌های روغنی ساختمانی چیست؟

۱) ایجاد قدرت رنگ آمیری بیشتر برای پوشاندن سطوح

۲) تسریع در اکسیداسیون و سخت شدن حامل

۳) جلوگیری از ته نشین شدن مواد اکتیو رنگ

٤) جریان یافتن بهتر رنگ بر روی سطح

۱۷- به منظور محافظت عایق‌های رطوبتی قیری نمایان از چه روشی استفاده می‌شود؟

۱) پوشاندن سطح با ماسه ریزدانه سفیدرنگ یا رنگ روشن

۲) پوشاندن سطح با ماسه درشت دانه خاکستری

۳) پوشاندن سطح با مواد جذب کننده نور و گرما

٤) عایق‌های رطوبتی نمایان قیری نیازی به محافظت ندارند

۱۸- برای اندودهای داخلی در مناطقی که رطوبت نسبی هوا کمتر از ٦۰ درصد باشد، از کدام نوع گچ استفاده می‌شود؟

۱) گچ اندود ۲) گچ زیرکاری ۳) گچ مرمری ٤) گچ ساختمانی

۱۹- کدام یک از انواع سیمان به ترتیب در فرش خیابان، اندودکاری در هوای سرد و کارهایی که در معرض حمله سولفات ضعیف قرار دارند، به کار می‌روند؟

۱) تیپ I، تیپ II، تیپ V
۲) تیپ I، تیپ III، تیپ II
۳) تیپ III، تیپ V، تیپ II
٤) تیپ II، تیپ III، تیپ V

۲۰- تمامی‌گزینه‌های زیر در مورد خصوصیت چوب بعد از عمل آوری صحیح است به جز:

۱) اثر آتش در آن کند می‌شود
۲) اثر موجودات زنده در آن کاهش می‌یابد
۳) دفع رطوبت افزایش می‌یابد
٤) مقاومت و وزن ویژه آن افزایش می‌یابد

۲۱- استفاده از میلگردهای فولادی زنگ زده و پوسته پوسته شده در کارهای ساختمانی:

۱) مجاز نیست
۲) در صورتی که کاملاً تمیز شوند مجاز است
۳) فقط در شناژ ها مجاز است
٤) فقط به عنوان خاموت مجاز است

۲۲- کدام سنگ برای پله ها، کف ها و دست اندازهای خارجی مناسب <u>نیست</u>؟

۱) بازالت ۲) تراورتن ۳) گرانیت ٤) مرمر

۲۳- حداقل ضخامت سنگ پلاک در نماسازی چند سانتی متر است؟

۱) ۱/٥ ۲) ۲ ۳) ۲/٥ ٤) ۱

۲۴- وجود آهک دو آتشه در ملات ماسه آهک موجب:

۱) ایجاد آلوئک در ملات می‌شود ۲) افزایش قابلیت نگهداری آب ملات می‌شود

۳) تندگیر شدن ملات می‌شود ٤) کندگیر شدن ملات می‌شود

۲۵- در آجرهای مرغوب درصد جذب آب در چه حدودی است؟

۱) کمتر از ۱۵ درصد ۲) کمتر از ۱۸ درصد

۳) کمتر از ۲۰ درصد ٤) کمتر از ۲۵ درصد

۲٦- افزایش کدام یک از مواد زیر زمان گرفتن سیمان را کاهش می‌دهد؟

۱) تری کلسیم سیلیکات (C_3S) ۲) تری کلسیم آلومینات (C_3A)

۳) تترا کلسیم آلومینو فریت (C_4AF) ٤) دی کلسیم سیلیکات (C_2S)

۲۷- در هوای خیلی گرم از کدام مواد افزودنی در بتن استفاده می‌شود؟

۱) مواد اضافی تندگیرکننده ۲) مواد اضافی هواساز

۳) مواد اضافی کاهش دهنده مصرف آب ٤) مواد اضافی کندگیرکننده

۲۸- افزایش مصرف آب در بتن موجب:

۱) کاهش نفوذپذیری بتن می‌شود ۲) کاهش مقاومت بتن می‌شود

۳) کاهش عمر بتن می‌شود ۳) کاهش اسلامپ بتن می‌شود

۲۹- مقاومت چوب در برابر کدام یک از نیروها بیشتر است؟

۱) نیروی برشی ۲) نیروی کششی

۳) نیروی فشاری ٤) نیروی فشاری همراه با گشتاور خمشی

۳۰- مقاومت کششی چوب در کدام امتداد بیشتر است؟

۱) عرضی ۲) شعاعی ۳) طولی ٤) محوری و شعاعی

پاسخنامه کلیدی سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۵

۱. ۳	۱۱. ٤	۲۱. ۲
۲. ۳	۱۲. ۲	۲۲. ٤
۳. ٤	۱۳. ٤	۲۳. ۲
٤. ۱	۱٤. ۳	۲٤. ۱
۵. ۳	۱۵. ٤	۲۵. ۱
٦. ۲	۱٦. ۳	۲٦. ۲
۷. ۲	۱۷. ۱	۲۷. ٤
۸. ۲	۱۸. ۱	۲۸. ۲
۹. ۱	۱۹. ۲	۲۹. ۳
۱۰. ٤	۲۰. ۳	۳۰. ۳

سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۶

۱- کدام یک از مصالح زیر پایداری بیشتری در برابر رطوبت دارد؟

۱) آلمینیوم ۲) فولاد ۳) چدن ٤) چوب

۲- نامناسب ترین نوع ماسه برای تهیه بتن کدام است؟

۱) ماسه بادی ۲) ماسه رودخانه ای ۳) ماسه شکسته ٤) ماسه کوهستانی

۳- کارایی بتن به کدام یک از عوامل زیر بستگی ندارد؟

۱) اسلامپ بتن ۲) نحوه اختلاط بتن

۳) مواد افزودنی بتن ٤) مصالح مصرفی در بتن

٤- از حل کردن قیر خالص در بنزین ...... به دست می‌آید.

۱) امولسیون قیر ۲) قیرهای محلول دیرگیر

۳) قیرهای محلول کندگیر ٤) قیرهای محلول زودگیر

۵- کدام یک از انواع خاک رس در رنگ سازی به کار می‌رود؟

۱) اخرا ۲) بنتونیت ۳) کائولن ٤) چینی

٦- همهٔ گزینه‌ها در مورد حمل و نقل و نگهداری سیمان صحیح‌اند، به جز:

۱) نگهداری سیمان فله فقط در سیلو مجاز است.

۲) هنگام تغییر نوع سیمان نباید هیچ نوع سیمان دیگری در سیلو وجود داشته باشد.

۳) ذخیره سیمان در مناطقی که رطوبت هوا از ٪۹۰ بیشتر است در کیسه بیش از ٦ هفته نباید باشد.

٤) ذخیره سیمان در مناطقی که رطوبت هوا از ٪۹۰ بیشتر است در سیلوها بیش از ٤ ماه نباید باشد.

۷- استفاده از PVC در کدام مورد مناسب نمی‌باشد؟
۱) اتصالات لوله کشی ۲) در و پنجره
۳) مصالح درزبندی ٤) دست انداز پلکان

۸- ظرفیت باربری کدام یک از انواع خاک‌ها بیشتر است؟
۱) خاک‌های غیر چسبنده ۲) ماسه‌های فشرده
۳) زمین‌های آهکی ٤) خاک‌های رس

۹- سقف تیرچه و بلوک جزء کدام یک از انواع زیر محسوب می‌شود؟
۱) دال تخت بتنی ۲) دال دندانه‌ای دو طرفه
۳) دال بتنی مرکب ٤) دال دندانه‌ای یک طرفه

۱۰- مقدار درصد کربن در فولاد معمولی و در چدن به ترتیب برابر است با:
۱) کم‌تر از ۱ درصد و بیش از ٤ درصد
۲) کمتر از ۰/۲۵ درصد و بیش از ۱/۷ درصد
۳) کم‌تر از ۰/۱ درصد و بیش از ٦ درصد
٤) کم‌تر از ۰/۸ درصد و بیش از ۳ درصد

۱۱- اصلی‌ترین دلیل استفاده از آجرهای ماشینی سوراخدار کدام است؟
۱) پخت بهتر و یکنواخت آجر
۲) تأمین چسبندگی کافی بین آجر و ملات
۳) کاهش وزن آجر و دیوار
٤) صرفه‌جویی در مصرف مصالح

۱۲- با افزایش میزان کربن در فولاد کدام خصوصیت آن افزایش می‌یابد؟

۱) چکش خواری ۲) شکل‌پذیری ۳) شکنندگی ٤) مقاومت کششی

۱۳- در طراحی کلی سازه‌ها و اجرای سقف‌های بتن آرمه معمولاً اقتصادی‌تر آن است که تیرهای اصلی در دهانه‌های .... و تیرهای فرعی در دهانه‌های .... قرار گیرند و در ترکیب تیرهای اصلی و دال‌ها، تیرهای اصلی در دهانه‌های .... و دال‌ها در دهانه‌های .... قرار گیرند.

۱) بزرگ‌تر، کوچک‌تر، کوچک‌تر، بزرگ‌تر

۲) کوچک‌تر، بزرگ‌تر، بزرگ‌تر، کوچک‌تر

۳) کوچک‌تر، بزرگ‌تر، کوچک‌تر، بزرگ‌تر

٤) بزرگ‌تر، کوچک‌تر، بزرگ‌تر، کوچک‌تر

١٤- افزودن مواد پوزولانی به کلینر سیمان موجب .... می‌شود.

۱) افزایش مقاومت اولیه ۲) افزایش مقاومت ۲۸ روزه

۳) کاهش مقاومت در عمرهای بیشتر ٤) کاهش مقاومت ۲۸ روزه

۱۵- حجم ماده پر کننده در ملات حداکثر چند برابر ماده چسباننده می‌تواند باشد؟

۱) ۱/٥ ۲) ۳ ۳) ۳/٥ ٤) ٤

١٦- منظور از پروراندن بتن چیست؟

۱) ممانعت از اثر نامطلوب عوامل بیرونی بر روی بتن تازه

۲) مرطوب نگه داشتن سیمان موجود در بتن به مدت کافی

۳) تسریع گرفتن و سخت شدن آن به کمک حرارت

٤) ممانعت از تأثیر ضربه و ارتعاش بر بتن

۱۷- کدام مصالح ایزوتروپیک و کدام مصالح غیر ایزوتروپیک هستند؟

۱) بتن و آلومینیم ۲) چوب و بتن ۳) فولاد و چوب ٤) فولاد و آلومینیم

۱۸- مقصود از GLULAM چیست؟

۱) یک ترکیب جدید از چوب و صفحات فولادی

۲) یک ترکیب شیمیایی از نوع سیمان‌های مصنوعی

۳) یک ماده شیمیایی برای اتصال قطعات چوب یا فلز

٤) قطعات چوب چسبانده شده به یکدیگر

۱۹- وجود کدام یک از مواد زیر در ملات‌های گچ سبب ایجاد آلوئک نمی‌شود؟

۱) آهک نشسته ۲) آهک دو آتش ۳) خاک رس ٤) منیزی سوخته

۲۰- شفته بتنی ترکیبی است از:

۱) خاک رس، آهک، مقداری ماسه بادی ریز

۲) خاک رس، دوغاب آهک، مقداری ماسه درشت

۳) سیمان، آهک، مقداری ماسه بادی ریز

٤) سیمان، دوغاب آهک، مقداری ماسه درشت

۲۱- تمامی موارد زیر از مزایای چسباننده‌های سیاه (قیر و قطران) بشمار می‌روند به غیر از:

۱) پایداری در برابر اسیدها ۲) تغییر شکل در برابر فشار

۳) پایداری در برابر بازها ٤) قابلیت ارتجاع

۲۲- کدام یک از موارد ذیل هوازدگی محسوب می‌شود؟

۱) رشد ریشه گیاه در خاک و تغییر شکل خاک

۲) فرسایش و ساییده شدن سنگ‌ها در بستر رودخانه بر اثر جریان آب

۳) فرسایش اهرام مصر بر اثر برخورد ذرات ماسه در شرایط طوفانی

٤) هر سه مورد

۲۳- به منظور آب‌بندی کردن مخازن بتنی آب و مایعات استفاده از کدام یک از سیلرهای زیر مناسب‌تر است؟

۱) مواد قیری ۲) رزین‌های اپوکسی

۳) سیلیکون‌های مایع ٤) آسترزنگ روغنی

۲٤- کدام یک از انواع شیشه جزء شیشه‌های سیلیکاتی محسوب نمی‌شوند؟

۱) آجر شیشه‌ای ۲) شیشه‌های ایمنی

۳) بلوک شیشه‌ای ٤) شیشه‌های خم‌شو

۲۵- لاتکس نام دیگر کدام یک از انواع رنگ‌ها می‌باشد؟

۱) رنگ‌های امولسیونی رزینی ۲) رنگ‌های لومینسنت

۳) رنگ‌های قیری و قطرانی ٤) رنگ‌های ضد آتش

۲٦- مقاومت فشاری کدام یک از انواع سیمان پس از آن که یک روز در هوای مرطوب قرار گیرد، بیشتر است؟

۱) نوع II ۲) نوع III ۳) نوع V ٤) نوع IV

۲۷- کدام یک از عایق‌های صوتی زیر در اثر جذب رطوبت دچار تغییر ابعاد و کاهش مقاومت می‌شوند؟

۱) تایل‌های فلزی ۲) تایل‌های فیبرهای معدنی

۳) تایل‌های سلولزی ۴) تایل‌های سربی

۲۸- از کدام عناصر بترتیب برای تولید فولاد ضد زنگ و سختی بیشتر فولاد استفاده می‌شود؟

۱) مس، منگنز ۲) قلع، کربن ۳) گرم و مرطوب ۴) سرد

۲۹- ساختمان فشرده با پلان مربع و حجم نزدیک به مکعب برای کدام اقلیم مناسب‌تر است؟

۱) گرم و معتدل ۲) گرم و خشک ۳) گرم و مرطوب ۴) سرد

۳۰- مواد پوزولانی موادی .... هستند که هرگاه به صورت ذرات ریزی مانند سیمان درآیند خود به خود با .... ترکیب نمی‌شوند ولی در مجاورت موادی نظیر .... ترکیباتی مشابه سیمان به وجود می‌آورند.

۱) آلومینیومی، آب، هیدرواکسید سدیم

۲) سیلیسی، آب، سولفات کلسیم

۳) سیلیسی، کربنات‌ها، سولفات سدیم

۴) آلومینیومی، کربنات‌ها، سولفات منیزیم

پاسخنامه کلیدی سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۶

١. ١
٢. ١
٣. ٢
٤. ٤
٥. ١
٦. ٤
٧. ١
٨. ٣
٩. ٤
١٠. ٢
١١. ٢
١٢. ٣
١٣. ٢
١٤. ٤
١٥. ٢
١٦. ٣
١٧. ٣
١٨. ٤
١٩. ٣
٢٠. ١
٢١. ٢
٢٢. ٤
٢٣. ١
٢٤. ٤
٢٥. ١
٢٦. ١
٢٧. ٣
٢٨. ٤
٢٩. ٤
٣٠. ٢

سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۷

۱- ملات کاه گل، گل آهک و ملات گچ به ترتیب جزو کدام دسته از ملات ها می‌باشند؟

۱) آبی - هوایی - هوایی ۲) آبی - آبی - هوایی

۳) هوایی - آبی - آبی ۴) هوایی - آبی - هوایی

۲- برای بهبود کارایی و حالت خمیری بتن از کدام افزودنی ها استفاده می‌شود؟

۱) مواد پوزولانی ۲)مواد تولید کننده گاز

۳)مواد حباب ساز ۴)مواد کاهنده آب

۳- کدام یک از سنگ‌های زیر فقط در کارهای غیر باربر استفاده می‌شوند؟

۱) توف‌های آتشفشانی) سنگ‌های آهکی متراکم

۳) سنگ‌های آهکی ۴) گرانیت

۴- در صورتی که در نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی ضخامت بتن مگر مشخص نشده باشد، حداقل ضخامت آن چند سانتی متر است؟

۱) ۵ ۲)۷ ۳)۱۰ ۴)۱۲

۵- فلز آلمینیوم در برابر کدام ماده آسیب پذیر است؟

۱) اکسید کربن ۲) جوهر شوره پر مایه ۳) گاز انیدرید سولفوریک ۴)ملات تازه آهک

٦- در مورد عایقکاری با قیر گونی کدام گزینه نا درست است؟

۱) عایقکاری بر روی سطوح مرطوب مجاز نیست

۲) لایه‌های عایق باید از هر طرف حداقل ۱۰ سانتی متر همپوشانی داشته باشند

۳) در مناطق خشک و غیر مرطوب عایقکاری در دمای بیش از صفر درجه سانتی گراد مجاز است

٤) سطوح عایقکاری شده باید پس از تکمیل با لایه محافظ پوشانده شوند

۷- یکی از بهترین روش ها برای جلوگیری از یخ زدن ملات ها چیست؟

۱) افزودن مود حباب ساز ۲) افزودن کلرور کلسیم

۳) گرم کردن ملات ٤) افزودن کلرور سدیم

۸- کدام مورد از آثار ناشی از بتن ریزی در هوای گرم به شمار نمی رود؟

۱) افزایش احتمال ترک‌های خمیری در بتن ۲) افزایش اسلامپ

۳) بروز اشکال در کنترل میزان هوای بتن ٤)عدم دستیابی به سطوح یکنواخت

۹- عبارت زیر معرف کدام نوع قیر است:

« این دسته از قیرها از رقیق نمودن قیر ۸۵/۱۰۰ در حلال نفتی سبک (نفتا) بدست می‌آید.»

۱) قیر مایع کندگیر ۲) قیر مایع زودگیر ۳) قیر جامد ٤) قیر مایع

۱۰- ترکیبات سیمان بنایی چیست؟

۱) ٤٥٪ کلینکر سیمان پرتلند، ۵۰٪ سنگ گچ، مقداری سنگ آهک و مواد افزودنی

۲) ٤٥٪ کلینکر سیمان پرتلند، ۵۰٪ گرد سنگ آهک، مقداری سنگ گچ و مواد افزودنی

۳) ۵۰٪ کلینکر سیمان پرتلند، ٤٥٪ گرد سنگ آهک، مقداری سنگ گچ و مواد افزودنی

٤) ۵۰٪ کلینکر سیمان پرتلند، ٤٥٪ سنگ گچ، مقداری سنگ آهک و مواد افزودنی

۱۱- ماده حاصل از تهیه تارچوب به روش‌های مکانیکی و پرس کردن خمیر حاصله از آبکش کردن تارها تحت فشار و گرمای زیاد چه نامیده می‌شود؟

۱) الوار ۲) پارکت ۳) فیبر ٤)نئوپان

۱۲- در کدام مورد پس از اجرای عایقکاری محافظت از عایق لازم است؟

۱) استفاده از عایق قیر گونی

۲) استفاده از عایق‌های پیش ساخته با قشری از ماسه نرم یا خرده سنگ ریز

۳) استفاده از پوشش کاه گل

٤) استفاده از رنگ‌های مخصوص متعکس کننده نور و گرما به عنوان عایق

۱۳- در مورد رنگ‌های الکیدی گزینه نادرست را مشخص کنید.

۱) دوام بیشتری دارند

۲) چسبندگی بهتری با سطوح دیگر دارند

۳) از ترکیب یک روغن خشک شونده با الکل و اسید ساخته می‌شوند

٤) دارای مقاومت کم در برابر آب و مقاومت زیاد در برابر مواد قلیایی می‌باشند

١٤- ترکیبات کدام یک از پوشش‌های زیر مشابه رنگ هاست؟

۱) لعاب ها ۲) جلاها ۳) لاک ها ٤)شلاک ها

۱۵- موادی که برای پر کردن سطوح مصالح مختلف به منظور جلوگیری از نفوذ آب یا مایعات دیگر و در مواردی برای جلوگیری از فرار رطوبت از میان سطوح بکار می‌روند چه نامیده می‌شوند؟

۱) درزبند ۲) سیلر ۳) فیلر ٤) ماستیک

١٦- کدام یک از چهار ترکیب اصلی سیمان نقش عمده‌ای در مقاومت سیمان ندارد؟

۱) تری کلسیم آلومینات (C3A)

۲) دی کلسیم سیلیکات (C2S)

۳) تری کلسیم سیلیکات (C3S)

٤) تترا کلسیم آلومینو فریت (C4ALF)

۱۷- کدام گزینه در مورد چوب صحیح است؟

۱) چوب‌های سبک، اصوات را بهتر جذب می‌کنند

۲) چوب قادر به تقویت اصوات است

۳) مقاومت چوب در جهت‌های مختلف یکسان است

٤) گرمای ویژه چوب بسیار کم است

۱۸- مقدار کربن در کدامیک از موارد زیر بیشتر است؟

۱) آهن خام ۲) آهن نرم ۳) چدن ٤) فولاد

۱۹- گزینه صحیح در مورد ویژگی‌های ملات‌های سیمان- پوزولانی را مشخص کنید.

۱) پایداری در برابر کلرور ها ۲) زودگیر بودن

۳) عدم پایداری در برابر سولفات ها ٤) مقاومت زیاد

۲۰- در صورتیکه بتن به طور مستقیم روی خاک ریخته شود و به طور دائم در تماس با بتن باشد، حداقل ضخامت پوشش بتن چند میلیمتر است؟

۱) ۵۰ ۲) ٦۰ ۳) ۷۵ ٤) ۹۰

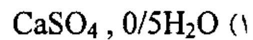
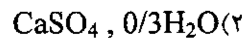
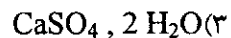
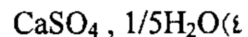
۲۱- در فرآیند پخت کلینکر سیمان، اکسید آهن چه نقشی دارد؟

۱) تندگیر کننده ۲) حباب ساز ۳) کندگیر کننده ٤) گدازآور

۲۲- کدامیک از خصوصیات زیر در ملات‌های سیمانی با افزودن آهک افزایش می‌یابد؟

۱) خاصیت خمیری و کارایی ملات ۲) جمع شدگی ناشی از خشک شدن

۳) نفوذپذیری ملات ٤) حجم ملات پس از گرفتن و خشک شدن

۲۳- همه موارد زیر در مورد قیرهای دمیده یا اکسیده صحیح اند به جز؟
۱) حساسیت قیر دمیده نسبت به حرارت کمتر است
۲) چسبندگی قیر دمیده در گرمای زیاد بیش از قیر خالص اکسید نشده است
۳) قیر دمیده دارای درجه نفوذ بیشتر و درجه نرمی کمتری نسبت به قیر خالص اولیه است
٤) قیر دمیده از دمیدن هوای داغ ۳۰۰-۲۰۰ درجه به قیر خالص به دست می‌آید
۲٤- فرمول شیمیایی گچ اندود چیست؟

۱) $CaSO_4 , 0/5H_2O$

۲) $CaSO_4 , 0/3H_2O$

۳) $CaSO_4 , 2\ H_2O$

٤) $CaSO_4 , 1/5H_2O$

۲۵- برای پی سازی در خاک سولفاته با سولفات زیاد از چه نوع آهکی استفاده می‌شود؟
۱) آهک آبی
۲) آهک نیمه آبی
۳) آهک زنده کلسیمی پر مایه
٤) دوغاب آهک کم مایه

۲٦- برای ساخت بتن متراکم با نفوذپذیری کم از کدام نوع سیمان استفاده می‌شود؟
۱) پرتلند سرباره با ۱۵ تا ۲۵ درصد سرباره
۲) پرتلند پوزولانی با ۱۵ تا ۲۵ درصد پوزولان
۳) پرتلند سرباره با ٤۰ تا ۵۰ درصد سرباره
٤) پرتلند پوزولانی بابیش از ٤۰ درصد پوزولان

۲۷- کدام مصالح بیش از سایر مواد می‌تواند برای مقاوم سازی ساختمان‌های بتنی مورد استفاده قرار گیرد؟
۱) بتن الیافی
۲) میکروسیلیس
۳) فروسمنت (Ferro-cement)
٤) FRP(Fiber Reinforced Polymers)

۲۸- در کدام مورد آلمینیوم دارای برتری نسبت به فولاد معمولی نیست؟

۱) تولید انواع پروفیل ها
۲) مقاومت نهایی
۳) مقاومت در برابر خوردگی
٤) نسبت مقاومت به وزن

۲۹- کدام عبارت در مورد خواص چوب ها صحیح نیست؟

۱) خواص فیزیکی چوب بستگی به این دارد که به صورت موازی یا عمود بر رگه‌های چوب دیده شود

۲) به علت وجود در طبیعت به صورت آلی، چوب ها دارای خواص فیزیکی یکسان نمی باشند

۳) چوب‌های چند لایه ساخته شده از چسباندن لایه‌های نازک‌تر به هم تحت فشار (Glulam) کاربرد سازه‌ای ندارد

٤) تنش مجاز انواع چوب ها متناوب می‌باشد

۳۰- مقصود از CFS چیست؟

۱) ترکیبی خاص از آهن و کربن برای تولید فولاد با مقاومت بالا

۲) روش پیش ساخته کردن قطعات بتنی

۳) نوعی از کربن با مقاومت بالا

٤) مقاطع فولادی سرد نورد شده

پاسخنامه کلیدی سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۷

۱. ۴
۲. ۱
۳. ۱
۴. ۲
۵. ۴
۶. ۳
۷. ۱
۸. ۲
۹. ۲
۱۰. ۳
۱۱. ۳
۱۲. ۱
۱۳. ۴
۱۴. ۲
۱۵. ۲
۱۶. ۱
۱۷. ۴
۱۸. ۱
۱۹. ۳
۲۰. ۳
۲۱. ۴
۲۲. ۱
۲۳. ۳
۲۴. ۲
۲۵. ۱
۲۶. ۴
۲۷. ۴
۲۸. ۲
۲۹. ۳
۳۰. ۴

سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۸

۱- پیش تنیدن عبارت است از:

۱) روشی برای ذخیره نمودن تنش‌های فشاری در بتن قبل از بارگذاری نهایی

۲) روشی برای کاهش وزن مخصوص بتن با استفاده از سیم‌های فولادی مخصوص

۳) روشی برای ایجاد مقاومت بیشتر در برابر پیچش مقاطع بتنی

٤) روشی برای کاهش نیروهای برشی در تیرها پس از اجرای بتن و قبل از بارگذاری نهایی

۲- سنگ گرانیت جز کدام یک از دسته بندی سنگ ها است؟

۱) آذرین ۲) آهکی ۳) رسوبی ٤) دگرگونی

۳- چه عاملی در ترکیب خاک رس با دوغاب آهک موثر است؟

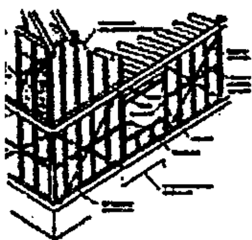
۱) انیدرید کربنیک موجود در هوا ۲) جنس و شکل بلور دانه‌های خاک

۳) مقدار سیلیکات کلسیم موجود ٤) مقاومت آهک شکفته

٤- در هوای گرم، هنگام بتن ریزی .... درجه سلسیوس تجاوز ننماید.

۱) دمای محیط نباید از ۳۰ ۲) دمای هیچ بخشی از بتن نباید از ۳۰

۳) دمای هیچ بخشی از بتن نباید از ۳۸ ٤) دمای محیط و دمای بخش‌های بـتن نبایـد از ۳۵



۵- شکل مقابل نشان دهنده جزئیات اجرایی کدام روش ساختمانی است؟

۱) GERP

۲) GLULAM

۳) LGS

٤) FRP

٦- در کدام یک از حالت‌های زیر عمل آوری بتن با بخار انجام می‌شود؟

۱) آب و هوای گرم ۲) آب و هوای سرد

۳) کسب مقاومت اولیه در مدت زمان زیاد ٤) فقط برای قطعات بتنی پیش ساخته

۷- کدام گزینه از مصالح اصلی مورد استفاده در اجرای طرح مقابل (قصر بلورین- Crystal Palace) به شمار نمی رود؟



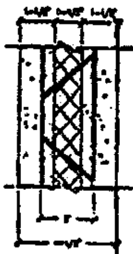
۱) آلمینیوم

۲) آهن

۳) چوب

٤) شیشه

۸- شکل مقابل مقطع دیوار در کدام یک از روش‌های اجرای ساختمان را نشان می‌دهد؟

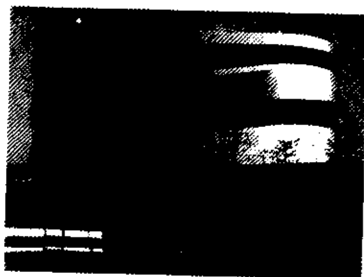


۱) Reinforced Concrete Structura Frame

۲) Concrete Shear Wall

۳) Super Panel

٤) 3D Sandwich Panel



۹- مصالح مناسب برای اجرای سازه و نمای خارجی ساختمان مقابل (New Mercedes Benz Museum) با توجه به عملکردهای درونی آن عبارت است از:

۱) سازه بتن مسلح و نمای شیشه و آلمینوم

۲) سازه فولادی و نمای ورق فولادی متالیک

۳) سازه آلمینیومی و نمای ورق مرکب از صفحات فولادی متالیک و شیشه

٤) سازه‌ای مرکب از فولاد و آلمینیوم و نمایی مرکب از صفحات فولادی مرکب و شیشه

۱۰- مقدار تری آلومینات کلسیم (C_3A) در کدام یک از انواع سیمان پرتلند بیشتر است؟

۱) تیپ I ۲) تیپ II ۳) تیپ III ٤) تیپ V



۱۱- سازه ساختمان مقابل (Saint Mary's Cathedral) از ...... تشکیل شده است.

۱) سازه ورق تا شده بتنی

۲) سازه غشایی

۳) قاب فولادی سه بعدی

٤) پوسته بتن مسلح

۱۲- مناسب ترین مصالح برای اجرای یک ساختمان نمادین مانند شکل مقابل کدام است؟



۱) آلمینیوم

۲) بتن مسلح

۳) مقاطع فولادی جعبه ای

٤) مقاطع فولادی پر شده از بتن

۱۳- همه گزینه ها در مورد عایقکاری رطوبتی صحیح اند به جز:

۱) افتادن اشیا بر روی سطوج عایقکاری شده مجاز نیست

۲) عایقکاری در دمای کمتر از ٤+ درجه سلسیوس مجاز نیست

۳) عایقکاری بر روی سطوح مرطوب مجاز نیست

٤) راه رفتن بر روی سطوح عایقکاری شده مجاز نیست

١٤- فروسیمان (Ferrocement):

۱) از ترکیب شیمیایی آهن و سیمان بر یکدیگر به دست می‌آید

۲) یکی از انواع سیمان پرتلند با درصد بالای اکسید آهن می‌باشد

۳) از ترکیب ملات سیمان و شبکه فولادی و یا مخلوط قطعات کوچک آهن و بتن ساخته می‌شود

٤) سیمان آهنی ماده است که از سرباره‌های کوره بلند در فرآیند تولید آهن به دست می‌آید

۱۵- با توجه به شکل مقابل در مورد نحوه برش چوب ها، میزان انقباض (با در نظر گرفتن میزان رطوبت ۱۰ درصد) در کدام حالت بیشتر است؟



۱) در رطوبت ۱۰ درصد میزان انقباض یکسان است

۲) شعاعی

۳) طولی

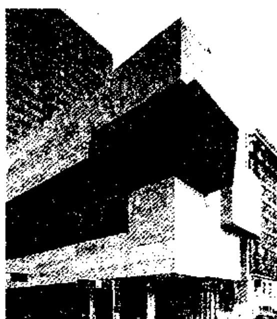
٤) مماسی

١٦- از حرارت دادن مواد آلی مانند چوب، زغال سنگ و .... در ظروف دربسته و دور از هوا و سرد کردن گازهای متصاعد شده از آن چه ماده‌ای به دست می‌آید؟

۱) زفت قطران ۲) قیر خالص ۳) قیر معدنی ٤) قطران خام

۱۷- متداول ترین مصالح برای سازه‌های هوای فشرده عبارتست از:

۱) پوسته PVC با پوشش نایلون
۲) پوسته PVC با پوشش فایبرگلاس
۳) پوسته فایبرگلاس با پوشش تفلون
٤) پوسته نایلون با پوشش فایبرگلاس

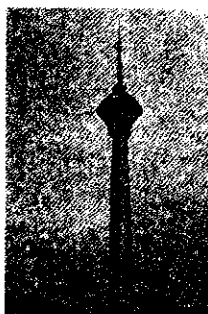


۱۸- کدام مصالح برای پوشش نمای ساختمانی مانند ساختمان مقابل (The Rosenthal Contemporary Arts) که باید همه احجام تراشیده شده به نظر برسد مناسب‌تر است؟

۱) آجر
۲) بتن
۳) سنگ
٤) شیشه

۱۹- در پی سازی در خاک‌های سولفات دار با سولفات کم بهتر است از چه نوع آهکی استفاده شود؟

۱) آهک آبی ۲) آهک زنده کلسیمی ۳) آهک سفید ٤) آهک نیمه آبی



۲۰- مناسب ترین مصالح برای قسمت‌های مختلف یک برج مخابراتی مانند طرح مقابل (برج میلاد) عبارتست از:

۱) فونداسیون گسترده بتنی، بدنه فولادی، سازه رأس از آلمینیوم، آنتن پوسته‌ای فولادی گالوانیزه

۲) فونداسیون فولادی و شمع، بدنه بتن مسلح، سازه رأس از بتن مسلح، آنتم آلمینیومی

۳) فونداسیون گشسترده بتنی و شمع، بدنه بتن مسلح، سازه رأس فولادی، آنتن پوسته‌ای فولادی گالوانیزه

٤) فونداسیون جعبه‌ای و شمع‌های اصطکاکی، بدنه بتن مسلح، سازه رأس بتنی و آنتن آلمینیومی

۲۱- موادی که هنگام آتش سوزی و داغ شدن بخاری از نوع بخار آب یا گاز انیدرید کربنیک آزاد کرده و آتش اطراف خود را محدود و خفه می‌سازند چه نام دارند؟

۱) پوشش‌های ضد آتش غیر ورم کن
۲) پوشش‌های ضد آتش نسوز
۳) پوشش‌های ضد آتش ورم کن
٤) پوشش‌های ضد آتش امولسیونی

۲۲- کدام عبارت در مورد فایبرگلاس صحیح نیست؟

۱) فایبرگلاس از انواع پلاستیک ها می‌باشد
۲) فایبرگلاس همان پلاستیک مسلح با شیشه است
۳) فایبرگلاس از انواع شیشه می‌باشد
٤) فایبرگلاس برای فرم‌های پیچیده تکراری که بتن ریزی آن در محل اجرا می‌شود (مانند سقف‌های وافل) مناسب است

۲۳- کدام یک از مواد زیر در گروه ترموپلاستیک ها قرار می‌گیرند؟

۱) پلی استرها
۲) پلی یوریتن ها
۳) ملامین ها
٤) نایلون ها

۲٤- اضافه کردن مواد پوزولانی به سیمان باعث تغییرات زیر در آن می‌شود به جز:

۱) آب بندی کامل بتن
۲) کاهش حرارت آبگیری سیمان
۳) کاهش واکنش قلیایی سنگدانه ها
٤) کاهش حمله سولفات ها

۲۵- سازه‌های بزرگ چوبی امروزه با کدام مصالح ساخته می‌شوند؟

۱) Plywood
۲) Particle Board
۳) Glulam
٤) Water Board

۲٦- مواد آب بند کننده در بتن باید دارای کدام ویژگی باشند؟

۱) اسلامپ کم و نسبت C/E (آب به سیمان) بیشتر از ۰/٤۹

۲) اسلامپ کم و نسبت C/E (آب به سیمان) کمتر از ۰/٤۹

۳) اسلامپ زیاد و نسبت C/E (آب به سیمان) کمتر از ۰/٤۹

٤) اسلامپ زیاد و نسبت C/E (آب به سیمان) بیشتر از ۰/٤۹

۲۷- تا زمانی که استاندارد ایرانی برای مصالح ساختمان تدوین نشده باشد، از کدام یک از استانداردهای زیر به ترتیب الویت از راست به چپ باید استفاده شود؟

۱) ISO، BS، DIN، ASTM

۲) ISO، ASTM، BS، DIN

۳) ISO، ASTM، JTS، BS

٤) ISO، BS، ASTM، DIN

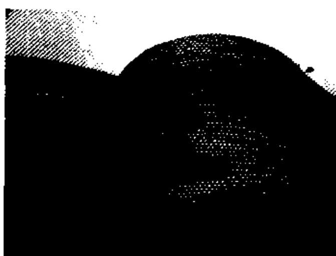
۲۸- کدام مصالح برای اجرای نمای یک ساختمان مطابق شکل (Selfridge Department Store) مناسب‌تر می‌باشد؟

۱) دیسک‌های آلمینیومی

۲) دیسک‌های شیشه ای

۳) دیسک‌های فولادی

٤) دیسک‌های پلاستیکی



۲۹- گزینه صحیح را درباره پرایمرها (پوشش‌های اولیه) در ساختمان مشخص کنید؟

۱) پرایمر سطوح فولادی همواره ثابت و از یک نوع است

۲) سوح قیری و قیر اندود نیاز به پرایمر ندارند

۳) سطوح مسی برای جلوگیری از خوردگی نیاز به پرایمر خاصی ندارند

٤) مصالح به کار رفته به عنوان پرایمر بستگی به سطح آستر ندارد



۳۰- ساختمان زیر با کدام روش در حال اجرا می‌باشد؟

۱) Light Gauge Structure

۲) Reinforced Concrete Continuose Frame

۳) Prefabricated Reinforced Concrete Structure

٤) Reinforced Masonary Building

پاسخنامه کلیدی سوالات مواد و مصالح ساختمانی آزمون سال ۸۸

۱. ۱	۱۱. ٤	۲۱. ۱
۲. ۱	۱۲. ۲	۲۲. ۳
۳. ۲	۱۳. ٤	۲۳. ٤
٤. ۲	۱٤. ۳	۲٤. ۱
۵. ۳	۱۵. ٤	۲۵. ۳
٦. ۲	۱٦. ٤	۲٦. ۲
۷. ۱	۱۷. ۳	۲۷. ۲
۸. ٤	۱۸. ۲	۲۸. ۱
۹. ۱	۱۹. ٤	۲۹. ۳
۱۰. ۳	۲۰. ۳	۳۰. ۲

منابع

- حامی، احمد/ مصالح ساختمانی/ دانشگاه تهران.۱۳۸۰
- مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی، نشریه۵۵، نشر سازمان مدیریت و برنامه ریزی
- فروتنی، سام/ مصالح و ساختمان/ نشر روزنه.۱۳۸۰
- کباری، سیاوش/ مصالح شناسی/ نشر دانش وفن.۱۳۸۰
- شاه نظری، محمدرضا/ مصالح ساختمانی/انتشارات علم و صنعت.۱۳۷۱
- تابش، حسن/ مصالح و فرآورده های ساختمانی/ نشر ارتباط.۱۳۸۰
- حمزه گودرزی، علی اصغر/ شناخت مواد و مصالح ساختمانی/ نشر سمر.۱۳۸۱
- مقررات ملی ساختمانی، مبحث ۵، مصالح ساختمانی

کتاب‌های منتشره این انتشارات در زمینه معماری

- نقشه های معماری: آپارتمانی- ویلائی – علی اصغر کاویانی – چاپ چهارم – ۱۳۸۸
- تکنیک های راندو در معماری (منبع رنگی)- ترجمه: صدیقه قویدل- ویرایش دوم - ۱۳۸۷
- طراحی پلان و مقطع در معماری – ترجمه: احمد رحیمی – ویرایش دوم، ۱۳۸۷
- پلان گرافیک – ترجمه: احمد رحیمی، مریم ولی – ویرایش پنجم - ۱۳۸۷
- طراحی فضاهای شهری با محوریت توسعه پایدار – ترجمه: نارسیس سهرابی - ۱۲۸۷
- معماری روستایی ۱و۲ – دکتر محمد فاتح، بابک داریوش - ۱۳۸۸
- اصول ومبانی پرسپکتیو – ترجمه: دکتر حمید صنیعی‌پور - ۱۳۸۸
- جلوه هایی ازهنرمعماری ایران زمین - صادق شمش - ۱۳۸۸
- تجزیه وتحلیل شاهکارهای معماری – ترجمه: فریبا رنجبر - ۱۳۸۸
- ابزار و مصالح و شیوه های گوناگون ماکت سازی- ترجمه: دکتر حمید صنیعی‌پور ، مجتبی دولتخواه – ۱۳۸۸
- مبانی نظری معماری – دکتر محمد فاتح، بابک داریوش - ۱۳۸۸
- مشاهیر معماری (رنز و پیانو) – ترجمه: مهندس محسن موسوی – ۱۳۸۸
- هندسه فضای انسانی (تادا آندو) - ترجمه: مهندس محسن موسوی – ۱۳۸۸
- هندسه مناظر مرایا – تألیف: مهندس محسن موسوی - ۱۳۸۸
- انسان، طبیعت، معماری – تألیف: آزاده محمودی – زیرچاپ
- معماری مسکونی- اقامتی- ترجمه: مهندس محسن موسوی – زیرچاپ
- آشنایی با معماری جهان - زیرچاپ

قابل استفاده برای دانشجویان و داوطلبین کنکور
کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت
کارشناسی و کارشناسی ارشد معماری
کاردانی به کارشناسی معماری
کارشناسی و کارشناسی ارشد عمران
و آزمون‌های نظام مهندسی

